This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Lorié, J.

Contributions á la géologie des Pays-Bas. pt.2-3. 1887.

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

ARCHIVES

DU

MUSÉE TEYLER

SÉRIE II, VOL. III.

Première partie.

STAN

HAARLEM. — LES HÉRITIERS LOOSJES.
1887.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS.

LEIPSIC,
G. E. SCHULZE

551.79
L 872
pt. 2-3

212476

AVIS.

En ouvrant cette nouvelle série, l'Institut scientifique et littéraire de la fondation Teyler a l'honneur d'informer les lecteurs des Archives, que M. M. les Directeurs ont résolu de lui en confier dorénavant la redaction, qui, à partir de ce jour, se fera sous sa responsabilité.

Les Archives, comme l'indique déjà leur titre, contiendront d'abord la description scientifique des principaux instruments de précision et des diverses collections que la fondation possède, ainsi que les résultats des expériences et des études qui seront faites par leur moyen, soit que ce travail soit fait par les conservateurs de ces collections, soit par d'autres auxquels les Directeurs en auront accordé l'usage.

En second lieu, et pour tant que l'espace disponible ne sera pas occupé par ces publications obligatoires, les pages des Archives seront ouvertes aux savants, dont les travaux scientifiques ont rapport à une des branches, dont la culture a été recommandée à l'Institut par son fondateur.

Pour de plus amples informations à cet égard on est prié de s'adresser au Secrétaire de l'Institut,

E. VAN DER VEN.

HAARLEM, Avril 1887.

TABLE DES MATIÈRES.

Avis.
Fondation de M. P. Teyler van der Hulst à Haarlem.
Programm der Teylerschen Theologischen Gesellschaft, für das Jahr 1887.
Programma van Teyler's Tweede Genootschap, voor het jaar 1887.

Contributions á la Géologie des Pays-Bas. II. Le Diluvium ancien ou graveleux par Dr. J. Lorié.

Introduction..... Pag. 1.
Chapitre I. Le Diluvium entremêlé à l'ouest de l'IJssel.
Tranchée du chemin de fer près de Reenen..... » 9.
Coupure du Chemin de fer Rhénan à Maarn..... » 16.
Le Forage de Zeist..... » 21.
Profil de la sablière entre les stations De Bilt et Soest du Chemin de fer Central..... » 24.
Coupure de la „Montagne" d'Amersfoort..... » 27.
Sablières de Hilversum..... » 29.
Massif de Clèves et de Nijmègue..... » 32.
Le Monferland..... » 37.
La sablière de Wageningen..... » 39.
Environs d'Arnhem..... » 42.
Forage d'Arnhem..... » 44.
Coupure d'Assel..... » 45.
Le nord de la Veluwe..... » 46.
Chapitre II. Le Diluvium entremêlé à l'est de l'IJssel.
Les Environs d'Eibergen..... » 49.
Lochem, Markeloo, Delden..... » 52.
Haarler- et Lemeler Berg..... » 55.
Collines d'Enschedee—Oldenzaal et d'Ootmarssum..... » 59.
Le Diluvium entremêlé et l'IJssel..... » 63.
Chapitre III. Répartition verticale des Eléments du Diluvium entremêlé.. » 65.
Chapitre IV. Les Phénomènes pseudo-glaciaires en Hollande..... » 70.
Chapitre V. Le Diluvium moséan et la Question des Erratiques scandinaves dans le Brabant et la Belgique. La Limite entre le Diluvium rhénan et l'entremêlé..... » 76.

Chapitre VI. Le Diluvium scandinave ..... Pag. 86.
Le „Hondsrug" en Groningue ..... » 90.
Les principaux Forages des Provinces septentrionales ..... » 93.
L'Ile de Tessel ..... » 97.
Chapitre VII. Comparaison du Diluvium entremêlé et du Diluvium scandinave, Récapitulation ..... » 99.

III. Le Diluvium plus récent ou sableux et le Système Eemien.

Chapitre I. Les Recherches sur le Système Eemien (Harting) ..... Pag. 104.
Chapitre II. Description des Fossiles du Système Eemien ..... » 108.
Echinodermata ..... » 109.
Bryozoa ..... » 110.
Lamellibranchiata ..... » 111.
Gastropoda ..... » 122.
Chapitre III. Age géologique du Système Eemien ..... » 130.
Chapitre IV. Comparaison de la Vallée gueldroise avec celle de l'IJssel .. » 141.
Chapitre V. La Littérature du Zanddiluvium et ses Rapports avec l'Alluvium ..... » 148.
Chapitre VI. Comparaison des différents Forages de la Vallée gueldroise. » 155.

CONTRIBUTIONS

A LA

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR

Dr. J. LORIÉ.

II.

LE DILUVIUM ANCIEN OU GRAVELEUX.

Introduction.

L'ouvrage fondamental pour la géologie des Pays-Bas, le livre qu'il faut consulter continuellement quand il s'agit de connaître le sol de notre patrie est le „Bodem van Nederland" de W. C. H. Staring, dont les deux volumes ont été publiés en 1856 et 1860. Il contient presque tout ce qu'on savait alors du sol de notre patrie; nous pouvons donc laisser de côté les publications antérieures, dont nous ne ferons que rarement usage pour leur emprunter des détails qui paraissent avoir échappé au géologue néerlandais. Le second volume s'occupe spécialement de la géologie proprement dite; la moitié environ décrit la Formation quaternaire, qui a si longtemps été traitée en marâtre par les géologues. Cette Formation quaternaire ou *Diluvium* est composée principalement de différents sables dans lesquels on rencontre des cailloux et des blocs plus ou moins arrondis de dimensions parfois assez considérables. Staring en a tracé l'origine et a trouvé qu'ils sont venus en partie du Nord et du Nord-Est, en partie du Sud-Est et du Sud. Il a fondé sur ces faits ses divisions du Diluvium. Le Diluvium scandinave embrasse les terrains non-alluviaux de la Frise, de Groningue, de Drenthe, de l'Overijssel au nord du Vecht et des îles de la Mer du Nord, de Wieringen et d'Urk. Le Diluvium moséan couvre le Brabant septentrional et le Limbourg à l'ouest de la Meuse; le Diluvium rhénan, seulement une partie de la Gueldre et du Limbourg entre le Rhin et la Meuse.

551.79
L 172

Le reste de la Formation quaternaire néerlandaise, c'est à dire les provinces d'Utrecht, de Gueldre et d'Overijssel entre le Rhin et le Vecht, est formé de sable avec des cailloux qui sont en partie d'origine méridionale (principalement rhénane) et en partie d'origine scandinave. C'est pour cette raison que Staring a introduit une quatrième rubrique, le „Diluvium entremêlé." Finalement notre géologue a trouvé que ces différentes divisions qu'il a réunies sous le nom de „*Diluvium graveleux*" ne couvrent pas la surface entiére de la Néerlande quaternaire. Elles n'en forment que les parties élevées, séparées par un sable qui ne contient que rarement des cailloux et qu'il nomme pour cette raison „*Diluvium sableux*" (*Zanddiluvium*).

Staring ne s'est presque pas occupé de la répartition verticale de ces rubriques. Il relève bien à plusieurs reprises que le „Zanddiluvium" est incontestablement le plus récent et repose partout sur le „Grintdiluvium", dont les différents lambeaux seraient ainsi en continuité à une certaine profondeur. Aussi entrevoit-il (Vol. II, pag. 144) la possibilité de prouver plus tard que le Diluvium rhénan et le moséan sont d'un âge plus reculé que le Diluvium entremêlé et le scandinave. Cette conjecture est d'autant plus remarquable que plus tard plusieurs géologues (e. a. Berendt et Meyn) ont taché de prouver le contraire.

Nous renvoyons pour les détails, concernant le Diluvium, à l'ouvrage cité et nous allons donner un aperçu de ce qui a été publié plus tard par les différents géologues sur cette formation, spécialement sur le Diluvium graveleux, en réservant le Diluvium sableux pour la seconde partie de ce travail.

Nous rencontrons d'abord un petit traité des géologues prussiens Berendt et Meyn, intitulé: „Bericht über eine Reise nach Niederland, im Interesse der Königlich Preussischen geologischen Landesanstalt," faisant partie de la „Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft" de l'année 1874. La rapidité avec laquelle ce petit voyage a été effectué est cause que les deux auteurs n'ont pu faire que très-peu de nouvelles observations, qui sont encore en partie incorrectes.

Ils commencent leur résumé par le Diluvium scandinave, qui a une ressemblance très-frappante avec le Diluvium du nord de l'Allemagne septentrionale. C'est la même argile, ce sont les mêmes erratiques, le même sable et gravier. Ils regrettent que la coupure du chemin de fer à Steenwijk, si longue et si profonde n'ait pas été utilisée pour l'étude de la géologie; leur plainte n'a encore aujourd'hui rien perdu de sa

valeur, elle est aussi actuelle qu'il y a dix ans, de sorte que nous la répétons ici littéralement:

„Sollten die Eisenbahn-Ingenieure es der Mühe werth gehalten haben, ein Profil des Einschnittes auf zu nehmen, so wäre die Veröffentlichung desselben zu wünschen, und sollte später eine Erweiterung oder Reparatur des Einschnittes die Aufnahme gestatten, so würde dieselbe für dieses Capitel in Niederland's Geognosie von bedeutendem Werthe sein." Connaissant l'indifférence générale dans notre patrie pour la géologie, nous ne voyons pas que cette plainte soit devenue superflue.

Les points protubérants du Diluvium scandinave dans la Zuiderzee, l'île d'Urk, le „Roode" et „Mirdumer Klif" en Frise et le „Voorst" près de Vollenhove, n'ont pas été visités par les deux géologues, ce qu'ils regrettèrent plus tard. Staring ne leur avait pas fait entrevoir la possibilité d'y découvrir un profil géologique, ce qui est pourtant bien le cas.

Sur le „Hondsrug de Groningue et près de Rolde en Drenthe ils cherchèrent longtemps en vain une coupure quelconque. Enfin ils en trouvèrent une près du dernier village; c'était un trou à argile, dont ils retirèrent plusieurs erratiques de granit et de gneiss, des silex riches en bryozoaires, du Rappakivi de Finlande et un beau porphyre d'Elfdalen avec des stries glaciaires belles et distinctes. Ce porphyre est donc le premier bloc strié trouvé en Hollande et mentionné comme tel. Ils tâchèrent ensuite de trouver une répartition verticale des différentes rubriques du Diluvium et identifièrent le „Hondsrug" de Groningue avec le Diluvium moyen de Schulau sur l'Elbe, qui est aussi caractérisé par l'abondance de dolomies siluriennes. Ils considèrent l'île d'Urk comme appartenant aussi au même Diluvium moyen, après en avoir examiné les roches dans le Musée de Leyde et avoir étudié la monographie connue de M. Harting sur cet ilôt. Ils rapportent aussi au Diluvium moyen les îles de Tessel et de Wieringen et les collines de Steenwijk.

Leurs excursions dans le Diluvium entremêlé, spécialement dans la Veluwe et la province d'Utrecht, furent entreprises dans le but de retrouver ce Diluvium moyen sous le Diluvium entremêlé. Ces recherches devaient naturellement rester infructueuses à cet égard, puisque c'est justement le contraire; le premier est plus récent que le second. Ils remarquèrent bien le petit nombre d'erratiques scandinaves, qu' ils n'avaient pu retrouver d'abord, et trouvèrent le sable des gravières partout libre de feldspath. Lors de leur voyage, la grande coupure du Chemin de fer rhénan à Wolfheze était ouverte, probablement pour y creuser du sable. Ils en donnèrent une figure (Pl. IV, fig. 8), qui n'a pas réussi cependant à nous rendre la chose bien claire. D'abord où est l'ouest et où l'est? Nous

serions tenté d'accepter le côté gauche du profil comme celui de l'est en le comparant à notre profil d'Asselt et comme celui de l'ouest en le comparant à celui de Maarn. Nous y reviendrons encore en donnant les résultats de nos propres excursions dans la Veluwe. Les auteurs allemands y distinguent 5 parties: le chiffre 2 a rapport à une mince couche de cailloux rhénans, les chiffres 3 et 4 indiquent des bancs horizontaux, qui sont, de même que le banc abrasé 5, privés de calcaire, d'argile et de feldspath. Il est certainement assez remarquable qu'ils n'aient trouvé aucun fragment de roches scandinaves, rien que des quartzites, des grès, des grauwacke, des schistes-grauwacke, des lydites, des schistes à séricite et d'autres variétés de schistes semi-cristallins, puis des quartz caverneux qui ont rempli autrefois les fissures des roches précitées, des quartz arrondis, des cailloux de jaspe, du basalte et des silex qu'ils crurent être également d'origine méridionale. Il est bien naturel que les deux géologues se mirent à douter de la nature mixte de ce Diluvium. Heureusement ils allaient bientôt retrouver ces éléments scandinaves tant désirés dans la coupure de Maarn, sur laquelle nous reviendrons bientôt.

Avant de nous séparer de ce traité nous relevons encore ce fait, que les auteurs sus-nommés considèrent l'absence de grands blocs erratiques scandinaves sur les collines de la Gueldre et de la province d'Utrecht comme une preuve éclatante de la présence du Diluvium scandinave sous le Diluvium rhénan, hypothèse erronée comme nous aurons plusieurs fois l'occasion de le démontrer. Selon eux, ce Diluvium scandinave caché serait la continuation de celui des provinces septentrionales; le terrain de la Gueldre et d'Overijssel serait ainsi plus récent que celui de Drenthe et de Groningue.

Quelques années après cette communication, parut le traité de M. Winkler, intitulé; „Considérations géologiques sur l'Origine du Zanddiluvium, du Sable campinien et des Dunes maritimes des Pays-Bas," faisant partie des „Archives du Musée Teyler", 1878. Ici nous ne nous arrêterons qu'un moment pour revenir plus tard sur ce travail en traitant nous-même du „Zanddiluvium". Quant au Diluvium graveleux, M. Winkler propose de changer les divisions de Staring: Diluvium scandinave, du Rhin, de la Meuse et sableux en Diluvium septentrional, oriental, méridional et remanié. Nous ne pouvons point considérer ces changements comme des améliorations; le Diluvium oriental p. e. (rhénan) l'est bien pour notre patrie, mais il est occidental pour l'Allemagne; le Diluvium méridional (moséan) est septentrional pour la Belgique et il est naturellement peu scientifique de considérer les Pays-Bas comme un territoire isolé et non en rapport avec les contrées voisines. Un change-

ment de nomenclature cause toujours quelque confusion et doit être condamné quand il n'est point une amélioration.

Comme la majeure partie des détails donnés dans ce travail sur le Diluvium graveleux ont été empruntés à Staring, nous pouvons passer à la publication de M. Martin, intitulée: „Niederlaendische und Nordwestdeutsche Sedimentaergeschiebe, ihre Uebereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefacten" et publiée à Leyde en 1878.

Le but de l'auteur est de donner un aperçu de tous les fossiles erratiques trouvés dans les Pays-Bas et la partie limitrophe de l'Allemagne, et de tracer leur origine. Il fait observer qu'à l'est de l'Elbe on en rencontre une grande quantité, notamment ceux du Silurien inférieur de l'Esthonie, qui manquent à l'ouest de cette rivière, tandisque les espèces du Silurien supérieur de la Mer Baltique ont été rencontrées des deux côtés de la rivière. L'auteur explique ce phénomène de la manière suivante. Le transport des erratiques du Nord et du Nord-Est a été effectué par la glace flottante — glaçons et montagnes de glace — pendant une période caractérisée par un soulèvement lent du sol. D'abord le Silurien supérieur de la Baltique vint près de la surface de l'eau, puis au-dessus, pour être attaqué par les forces dénudatrices. Les erratiques et leurs fossiles furent charriés à travers la plaine de l'Allemagne septentrionale jusqu'en Hollande, et cela sans rencontrer d'obstacle. A mesure que le sol s'éleva, les couches siluriennes inférieures de la Mer Baltique furent aussi dénudées et leurs débris transportés également par les glaces flottantes. Or, celles-ci ne purent plus se disperser librement, mais rencontrèrent un obstacle dans les hauteurs du Mecklembourg qui étaient assez élevées pour les arrêter. C'est pour ce motif que ces derniers fossiles n'ont été trouvés qu'à l'est du Mecklembourg ou de l'Elbe.

On voit que l'auteur n'était pas un partisan de la théorie glacialiste de Torell et de Ramsay, qui aujourd'hui est généralement acceptée. Toutefois M. Martin ayant changé de vue et ayant adopté cette théorie il n'y a pas lieu de discuter ici une hypothèse abandonnée par son auteur.

Un autre résultat des recherches de M. Martin, c'est que l'origine de tous les silex dispersés dans le Quaternaire n'est pas encore définitivement constatée. Un grand nombre d'entre eux n'est pas d'origine septentrionale ou orientale. Cela s'accorde très-bien avec le résultat de nos propres recherches, p. e. sur les forages d'Utrecht et de Zeist, où nous avons trouvé des silex non accompagnés de roches scandinaves. Nous avons alors exprimé du doute sur l'origine de ces fragments et demandé s'ils ne pouvaient pas être venus du Sud et se rattacher aux silex nombreux de la Belgique. En suivant M. Martin dans la partie géologique

de son travail, nous voulons laisser provisoirement de côté, pour y revenir plus tard, le célèbre „Hondsrug" de Groningue.

L'auteur traite successivement des différentes formations géologiques et des fragments de roches qui les représentent en Néerlande. Un des résultats de ses recherches est que strictement une limite entre le Diluvium scandinave et l'entremêlé n'est guère soutenable, puisqu'on a aussi rencontré des erratiques d'origine méridionale dans le premier. C'est ainsi qu'il mentionne (pag. 23) un bloc du grès jaune à Spirifères de l'Eifel, mesurant 7 c.m. sur 4½ et contenant des impressions nombreuses de Cyathocrinus pinnatus. Goldf. et d'une Pterinea. Un autre bloc provenant également de la province de Groningue contient un fragment de Cyathophyllum caespitosum. Goldf. Plus loin (pag. 25), il fait mention de fossiles siluriens dans le Diluvium entremêlé, ce qui n'avait pas encore été observé. Ils se trouvaient mêlés à des fossiles jurassiques et crétacés dans le „Lochemerberg" à 5,75 m. de profondeur. C'étaient une certaine quantité d'éponges, dont douze appartiennent au genre Aulacopium, une au genre Silurispongia (n.g.), 3 exemplaires d'Astylospongia praemorsa et 1 d'Astylospongia pilula, puis 2 individus d'Heliolites interstincta, et 2 de Favosites sp. Plusieurs autres fossiles siluriens (éponges et coraux) ont été trouvés en d'autres endroits de la Gueldre et de l'Overijssel, (Hassinksberg (?), Haaksbergen, Hellendoorn et Ootmarssum. Nous avons nous-même trouvé une Astylospongia praemorsa près d'Eibergen et une autre à Winterswijk.

Les fossiles dévoniens, spécialement le grès à Spirifères du Dévonien inférieur de l'Eifel, sont tellement répandus dans notre Quaternaire, que la mention de quelques nouveaux endroits présenterait peu d'intérêt. Selon M. Martin ils seraient le plus fréquent dans le voisinage de l'IJssel.

Les fossiles jurassiques, spécialement liasiques, ne sont pas rares dans notre Quaternaire. M. Martin en énumere un assez grand nombre et les rattache à différentes localités de la Westphalie dans les contours du bassin de Munster. Tous ont été trouvés dans le Diluvium entremêlé, à l'exception d'un seul de la „Bergumerheide" en Frise. Strictement, cette localité devrait appartenir selon M. M. au Diluvium entremêlé, ce qui n'est pas le cas selon notre conception des divisions de Staring. A Bergum il ne se trouve pas de Diluvium rhénan, qui constitue toujours la principale partie du Diluvium entremêlé.

Quant aux formations récentes nous ne relèverons que la découverte de deux fragments d'une roche siliceuse à Nummulites, trouvés a Hellendoorn (Overijssel) et à Oldebroek (Veluwe). M.M. combat l'hypothèse de

Staring d'après laquelle ils pourraient avoir été transportés des Alpes et voudrait plutôt les dériver de la Belgique, où des roches à Nummulites se trouvent dans le voisinage de Bruxelles.

L'année suivante, en 1879, parut dans la „Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Band XXXI", un mémoire du géologue norvégien A. Helland: „Ueber die glacialen Bildungen der Nord-Europäischen Ebene," dans lequel il discute plusieurs fois la nature du Quaternaire néerlandais. D'abord (pag. 66), il trace la limite des erratiques scandinaves en Hollande, mentionne le bloc de granit à Oudenbosch, cité par M. Winkler, ensuite ceux de Wageningen, où ils ne présentent point de stries glaciales, s'arrête à la coupure de Maarn (comparez la description détaillée de cette coupure) et cite les blocs striés d'Urk et de Groningue. Les détails relatifs à notre patrie y sont ainsi peu nombreux.

En 1883, M. Martin publia à Zwolle un petit écrit „Aanteekeningen over erratische Gesteenten van Overijssel". Il y décrit plusieurs fossiles erratiques qui se trouvent dans le Musée provincial de cette ville. D'abord il mentionne plusieurs blocs de calcaire silurien, dont quelques-uns sont très-bien striés; il les identifie avec ceux du „Hondsrug" de Groningue et de l'île d'Urk, argument de plus en faveur de la thèse d'après laquelle la différence entre les Diluvia scandinave et entremêlé de Staring n'est pas si grande qu'on le suppose souvent. Un autre argument est la présence du Goniatitus sphaericus, que Roemer dérive de la vallée de la Ruhr et que M. Martin a rencontré non seulement dans le Musée de Zwolle, mais aussi dans le grand-dûché d'Oldenbourg, où le Quaternaire est ainsi également plus ou moins mixte. Un exemplaire de Ceratites nodosus, trouvé à Hilversum, est peut-être le même individu dont parle Staring (B. v. N. II. Pag. 95). Il est très-probable que ce fossile est un veritable erratique et n'est pas arrivé là par accident, puisque M. M. a aussi rencontré dans l'Oldenbourg deux exemplaires de cette même espèce. Ils sont dérivés probablement des roches solides du nord-ouest de l'Allemagne. Un bel exemplaire de la Gryphaea arcuata se joint aux autres fossiles liasiques connus, trouvés dans notre Quaternaire.

Nous sommes arrivé ici au bout de cette partie de notre travail; il existe bien encore deux écrits qui ont rapport à la géologie de la Hollande, mais ils traitent cette science d'une manière si aventureuse que nous avons longtemps hésité à les incorporer dans cet aperçu. Ce sont: „Verslag omtrent het Onderzoek der Grondsoorten in de Betuwe", publié à la Haye en 1883 et „Verslag omtrent een geologisch onderzoek van de gronden in de Betuwe in verband met waarnemingen betreffende de doorkwelling der dijken op last van den Minister van Waterstaat, Handel

en Nijverheid, ingesteld door Dr. F. Seelheim" titre hollandais d'un écrit allemand faisant partie des „Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlände und Westfalens. XLI, 1884."

M. Seelheim avait été chargé par le Ministère des Travaux publics d'examiner les échantillons de 89 forages exécutés dans la Betuwe pour mieux faire connaître le sous-sol et nous n'avons pas d'objection à en accepter les resultats positifs tels qu'il nous les présente. Ensuite M. S. a voulu comparer ces terrains avec ceux de la Veluwe, afin d'en pouvoir tirer des conclusions géologiques. Il suffira de donner un résumé de la marche des idées de M. Seelheim.

1. Beaucoup de coupures faites dans le sable des bruyères prouvent que l'eau de pluie s'infiltre dans le sol (figures en forme de bouteille ou de poire, produites par l'hydroxyde ferrique). — 2. L'eau de pluie est absorbée *en son entier*. — 3. Il n'y a donc *aucune érosion* sur nos bruyères; les collines y sont encore dans leur état primitif. — 4. Une coupure faite dans le „Soesterberg" près d'Amersfoort montre sur les deux versants septentrional et méridional des couches (?) anticlinales qui rappellent la structure des bancs de sable d'une rivière. — 5. Le „Soesterberg" et toutes les collines des bruyères de la Veluwe sont des bancs de sable gigantesques. — 6. La rivière qui les a déposés a été gigantesque aussi. — 7. Dans l'époque quaternaire il y a eu un lac d'eau douce en Suisse et beaucoup de glaciers sur les Alpes, la Forêt Noire, les Vosges, les Alpes scandinaves, etc. — 8. Il y a beaucoup de volcans dans l'Amérique centrale. — 9. Ces volcans ont vomi ensemble et produit beaucoup de chaleur et de vapeur d'eau, qui ont traversé l'Atlantique. — 10. Les glaciers suisses se sont fondus en quelques jours, le lac suisse a débordé, a formé un Rhin gigantesque. — 11. Celui-ci a déposé des bancs de sable de dimensions correspondantes et voilà nos collines. — 12. Les glaciers scandinaves roulent dans la mer; les montagnes de glace ainsi formées, nagent vers nos côtes et déposent les erratiques scandinaves. — 13. Conclusion. Tout cela s'est passé en quarante jours; c'est le *Déluge* de Moïse.

Passons de ces spéculations à la réalité; nous croyons peine perdue de dire un mot de plus là-dessus.

Chapitre I. **Le Diluvium entremêlé à l'ouest de l'IJssel.**

Tranchée du Chemin de fer près de Reenen.

La petite ville de Reenen est bâtie au pied méridional d'une colline appelée „Laarsche Berg" qui forme avec le „Heymenberg" la dernière partie de la série de collines et de bruyères qui constituent, de Reenen à Muiden, la rive gauche de la Vallée gueldroise. Cette série est ininterrompue de Reenen jusqu'à la station de Soest, où elle est terminée par une vallée étroite, par laquelle passe le Chemin de fer Central. A Soest le terrain s'élève de nouveau dans la dite „Lazarusberg", qui est détachée de la belle colline de Baarn et Vuursche; après cette dernière colline viennent celles du „Gooi" et finalement la petite „Muiderberg" qui est entièrement isolée. La première partie que nous nommerons le „Massif d'Amersfoort et de Reenen" est coupée à sa partie la plus étroite par le Chemin de fer Rhénan à la halte de Maarn, et à son extrémité méridionale, par le Chemin de fer de l'Etat, qui réunit Amersfoort et Nijmègue. Nous avons visité à plusieurs reprises dans les années 1882, 83 et 84 cette tranchée très-intéressante et très-instructive, dont nous allons donner la description (pl. II, fig. 1). L'extrémité septrentrionale A de la colline est à 900 m. du pont en pierre C de la chaussée. A 550 m. de cette extrémité elle atteint une hauteur de 23 mètres, pour diminuer de nouveau jusqu'au pont sus-nommé, où elle n'est que de 7 mètres.

La direction de la coupure est du N 10° E au S 10° O; elle a donc un côté occidental et un côté oriental. C'est surtout du dernier que nous avons pu construire un profil presque complet (fig. 1); le côté opposé ne nous a procuré que quelques dessins propres à illustrer une particularité importante relative à la structure de la colline.

Le profil complet se divise en deux parties presque également longues, dont la septentrionale A B est la plus intéressante. Commençons notre description par celle-ci. En allant du nord au sud, on voit bientôt que la colline n'est point composée de couches plus ou moins horizontales, comme on s'y attendrait; mais de couches ou de bancs fortement inclinés vers le nord. Ce sont ces bancs de glaise, de sable et de gravier alternants qui composent la première partie du profil. Sur une distance de 175 mètres le profil était très-indistinct lors de nos visites, mais nous n'hésitons nullement à le considérer comme parfaitement analogue à la partie suivante. A cette distance de l'extrémité septentrionale nous avons le premier banc de glaise „8" peu distinct, qui a probablement la même

direction que les suivants, mais qui est un peu moins incliné. A une distance de 12 mètres se trouve le second banc „7", 12 mètres plus loin, un troisième „6", qui n'est visible qu'à sa partie inférieure, s'amincit vers le sommet et est ainsi plutôt une lentille qu'une couche proprement dite. Le quatrième banc de glaise „5" qui se trouve à une distance de 10 mètres du commencement du troisième, est composé en partie d'une argile violette, très-facile à reconnaître et a à sa base une épaisseur de 6,5 mètres. Ces quatre bancs deviennent plus escarpés du premier au quatrième, mais ont à peu près la même direction du N 30° O au S 30° E; ils sont inclinés vers le N E. Du banc „5" au banc „4" il y a une distance de 25 mètres; le dernier est orienté vers le N 70° O et s'incline vers le N E sous un angle de 65°, plus grand que celui des précédents. A sa base il a une épaisseur de 4 m. (selon l'axe de la coupure). Le banc „3" est éloigné de 28 mètres de „4"; il est parfaitement vertical et orienté vers le N 60° O; 46 m. plus loin est le banc „2" qui s'amincit également vers son sommet et s'incline vers le N 35° E sous un angle de 40°. Il est suivi à 36 m. du huitième banc „1" incliné vers le N 20° E sous un angle de 45°. Après le banc „1" on a pu voir encore une série de bancs de gravier et de sable formant le reste de la moitié septentrionale du profil.

Nous avons donc ici une série de couches fortement inclinées, dont celles d'argile sont le plus nettement démarquées. C'est pour cela que nous les avons prises pour nous orienter. Elles alternent avec du gravier et du sable qui passent l'un dans l'autre, mais forment parfois des bancs parfaitement reconnaissables. Encore ces bancs de glaise ne sont-ils point parallèles, mais ils diffèrent dans le sens de leur orientation et le degré de l'inclinaison.

Les trois premiers bancs (8—6) ne sont pas très-distincts; on peut cependant constater qu'ils deviennent de plus en plus escarpés, jusqu'au banc „3" qui est vertical. En même temps l'orientation change également; la déclinaison occidentale croît avec l'inclinaison. Elles atteignent un premier maximum dans les bancs 3 et 4, où elles sont respectivement de 90° et 65°. Les deux bancs de glaise qui suivent, les seuls qui étaient encore visibles, montrent le même phénomène, „1" a une plus forte inclinaison (45° contre 40°) et une plus forte déclinaison occidentale (70° contre 55°) que le banc „2".

Nous voyons donc déjà ici que la constitution de notre Quaternaire est assez compliquée. Nous verrons bientôt que les difficultés que nous avons rencontrées dans ce même coin de terre sont encore bien plus nombreuses.

Une première difficulté, c'est d'abord l'extrémité supérieure de ces bancs

élevés. Elle est très-particulière, puisque tous sans exception sont recourbés vers le nord au sommet et restent visibles sur une certaine distance qui diffère selon la nature de la roche. La couche s'atténue graduellement pour disparaître enfin et se mêler complètement avec le matériel des autres. Le sable et le gravier se mêlent le plus facilement et les „*queues*" de ces couches sont moins longues et moins distinctes que celles des bancs de glaise. Le banc „4" surtout, qui contient l'argile violette déjà nommée, est extrêmement caractéristique à cet égard. C'est pour cette raison que nous en donnons une figure, tirée du profil occidental (pl. III, fig. 1). La queue de ce dernier banc est visible sur une distance de sept mètres. Celle d'un banc de sable fin, qui en est peu éloignée, a une longueur de plus de deux mètres. Comme ce phénomène a été constaté en d'autres endroits, et que nous y reviendrons plus tard, nous ne nous en occuperons pas ici. Au-dessus de ces queues se trouve une couche plus ou moins épaisse, mais sans aucune stratification. Elle est résultée en partie du mélange des queues des bancs subjacents occasionné par le mouvement qui les a produites et en partie de l'action de la gelée qui désagrège partout la partie supérieure des terrains et y fait disparaître toute stratification. 1 m. environ de cette partie a été noirci par la terre végétale Quand le sol inférieur contient beaucoup de cailloux, il en est de même de la croûte supérieure qui est à son tour argileuse lorsqu'elle repose sur des bancs d'argile. L'épaisseur en varie assez, mais ne dépasse ordinairement pas 2 m.

Ces bancs redressés se retrouvent encore dans plusieurs parties de notre Diluvium entremêlé. Ceux de glaise surtout donnent lieu à l'observation suivante. Staring dit de l'argile du Diluvium entremêlé (B. v. N. II. Pag. 63): „Elle ne forme pas comme dans le Diluvium scandinavien des bancs plus ou moins réguliers, mais presque toujours des masses tordues et irrégulières, dont le volume varie de quelques mètres cubes à plusieurs centaines. Il est très-difficile d'en calculer d'avance le contenu. Elles se retrouvent dans presque chaque groupe de collines. . . . . En creusant la tranchée de Maarn pour le chemin de fer, on a également trouvé un gisement pareil." Quand nous saurons en outre que les bancs redressés sont plutôt des lentilles plus ou moins étendues (comme nous le verrons à la coupure de Maarn), nous pourrons facilement nous imaginer que les observations de Staring s'expliquent très naturellement par la présence de ces lentilles. Cette supposition devient certitude, quand Staring nous dit luimême que „on a retrouvé un gisement pareil à Maarn". Nous verrons bientôt que ce gisement n'est qu'un banc redressé et que la structure lentillaire de ces bancs y est clairement démontrée. Nous

pouvons par conséquent accepter comme très probable la présence de ces bancs redressés dans la plus grande partie du Diluvium entremêlé.

Retournons à notre tranchée de Reenen.

La moitié méridionale et en même temps la partie la plus élevée de la colline a une tout autre structure. Lors de nos premières visites en 1882 et 83, nous n'y avons pu constater que des couches de sable avec un peu de gravier, parfaitement horizontales, du moins dans le profil. C'est surtout en 1884 que nous avons pu découvrir le rapport qui existe entre ces deux parties, et nous avons vu qu'elles sont séparées très-nettement et que la dernière repose en discordance sur la première. La chose étant très-importante, nous avons consacré à cette démarcation une figure où la ligne d'érosion des bancs redressés est bien distincte (pl. III, fig. 4.). Plusieurs sables de la partie ancienne y montrent une belle stratification oblique, qui prouve qu'ils ont été déposés dans l'eau courante. Les couches de sable et de gravier, déposées après l'érosion de la partie la plus ancienne, sont obliques près du bord du bassin érodé, mais deviennent de plus en plus horizontales déjà à une petite distance. On peut les suivre aisément jusqu'au pont en pierre de la chaussée et elles composent le „Heymenberg" entier, comme on peut le voir dans la sablière derrière l'hôtel „Grebbe" situé à l'entrée de la Vallée gueldroise.

Ces deux parties de notre Quaternaire, qui sont si bien réprésentées ici, diffèrent non seulement quant à la position relative des couches, mais encore quant à la nature pétrographique des cailloux et des erratiques. Dans notre figure 4 (pl. III) on voit le banc incliné 2, formé de gravier avec plusieurs erratiques. Le gravier est constitué en majeure partie de cailloux de quartz blanc avec des variétés brunes et noires; les erratiques qui se trouvent surtout à la base du banc et ont une dimension de 1 d.m. (quelquefois le double) sont composés de quartzite, de grès, de grauwacke, etc., donc exclusivement de roches méridionales sans aucune roche plutonique. C'est le „Diluvium rhénan" de Staring, aussi pur que possible. Les couches plus récentes ont une autre composition; parmi les erratiques on découvre facilement les mêmes roches sus-nommées, mais elle ne sont plus seules: des erratiques de granit, de gneiss, de micaschiste, de porphyre, dont un portait de très-belles stries glaciaires, etc. les accompagnent; nous avons devant nous le „Diluvium mixte" de Staring. Pendant la déposition des bancs qui sont maintenant redressés, l'influence du froid était donc suffisante pour former des glaçons capables de porter des erratiques de 2 d.m. de diamètre; mais le transport des erratiques scandinaves n'avait pas encore eu lieu. Il ne commença qu'après l'élévation et l'érosion de ces bancs redressés.

Nous avons dit tout à l'heure que la colline le „Heymenberg" est exclusivement composée de sable bien stratifié. Or, dans ce sable se trouvait un bloc ellipsoïde de granit grossier, mesurant 9 × 9 × 7,5 d.m. On pourrait ainsi rapporter cette colline au „Diluvium sableux" dans le sens strict du mot, quoiqu' on ne puisse douter qu'elle ne dépende du „Diluvium mixte" de Staring.

Pour revenir à la tranchée de Reenen, la partie la plus profonde, dont il a été question dans les dernières pages, permet encore d'apercevoir les bancs redressés à la base des couches horizontales jusqu'à une hauteur de 2,5 m. Ici encore elles sont inclinées vers le nord sous un angle d'environ 45° et présentent la même alternance de gravier, de sable et d'argile que les précédentes (pl. II, fig. 1, F).

Il nous reste encore trois points du „Laarscheberg" à décrire, dont le troisième nous offre des difficultés géologiques tellement grandes que nous hésitons à les résoudre.

Le premier point est la partie méridionale de la coupure, près du pont en pierre où nous avons levé un profil transversal allant de l'est à l'ouest. Nous l'avons reproduit dans la figure 2 (pl. III) sur l'échelle 1 : 300. Il a 32 m. de long sur 7 m. de haut. La partie supérieure se trouve de quelques mètres en arrière; il n'y a donc pas une continuité directe des couches de sable de la partie droite. Les dernières sont obliques, avec des cordons et de minces couches de gravier, deviennent un peu plus escarpées vers l'ouest, et se terminent par une faille oblique et très-nette. Non seulement l'inclinaison des couches y change subitement, mais aussi la couleur du sable. Celui de droite est fin et jaunâtre, celui de gauche est plus grossier et brûnâtre, de sorte qu'il n'y a aucun doute sur l'existence de cette faille.

Le second point est une réproduction sur une petite échelle de la partie méridionale de la coupure, un ensemble de couches reposant en discordance dans une excavation entre les bancs redressés „3" et „2" et représenté dans la figure 3, pl. III. Le bassin a une longueur de 15 mètres sur une profondeur de 4 et est le plus escarpé à sa partie méridionale. On distingue facilement les bancs redressés d'argile et de sable mêlé de cailloux et passant en gravier. Ces cailloux sont parfois assez gros et deviennent de petits blocs erratiques; mais ils ne se composent que de roches méridionales, de quartzite, de grès, de conglomérat, de grauwacke. L'excavation est remplie de couches bien distinctes de sable plus ou moins grossier et de gravier, qui sont d'abord obliques, mais deviennent horizontales vers le milieu. Elles contiennent des erratiques assez gros jusqu'à 1 et 2 d.m. de diamètre et d'o-

rigine aussi bien scandinave que rhénane; il y en a de granit, de gneiss, de diorite, d'amphibolite, etc. Nous avons de nouveau ici le „Diluvium mixte" reposant en discordance sur le „Diluvium rhénan". Le tout est recouvert de la couche sans structure que nous avons déjà mentionnée à plusieurs reprises et qui contient en cet endroit quelques erratiques assez grossiers.

Le troisième point, sur lequel nous voulons particulièrement fixer l'attention a un certain degré de ressemblance avec le second, mais il offre en même temps des particularités tellement curieuses que nous nous attendons à le voir nommer un „profil géologique impossible". Nous l'avons cependant visité à plusieurs reprises; nous avons mesuré et dessiné les différents détails, la dernière fois en Juillet 1884, en compagnie de M. Wichmann d'Utrecht, qui a bien voulu se convaincre que les faits étaient tels que nous allons les présenter. L'excavation, dont il est question, se trouve entre les bancs d'argile „4" et „3" et occupe la partie supérieure du profil en cet endroit. Nous en donnons une figure sur une échelle de 0,01, pl. II, fig. 2.

En allant du sud au nord nous voyons d'abord le banc d'argile vertical „3" (fig. 1), qui est composé en réalité de deux bancs séparés par une lentille de sable fin, stratifié normalement. Ils sont suivis de la manière ordinaire de bancs de gravier et de sable, qui présentent plusieurs variations et montrent quelquefois des plaques ferrugineuses endurcies. Les bancs „a" et „b" contiennent beaucoup de cailloux plats qui sont tous posés verticalement, avec leurs grands axes parallèles aux plans des couches redressées. Tous ces bancs sont à leur tour recourbés vers le nord à leur partie supérieure et couverts de la couche sans structure. Ils ont été érodés en partie et l'excavation a été remplie ensuite par des couches à peu près horizontales de gravier et de sable, contenant, de même que le bassin précédent, des blocs et des cailloux d'origine mixte. Or, ces couches sont en relation exceptionelle avec les couches plus anciennes; non seulement elles remplissent la cavité produite par l'érosion, mais encore elles „*coupent*" ces dernières, sans qu'on puisse distinguer aucune dislocation ou disturbation. Il en est de même qu' avec la restauration d'un vieil édifice; les pierres sont ôtées une à une et remplacées par d'autres, souvent de couleur et de composition différentes, sans que la forme extérieure subisse de changement. Or, ces couches intrusives ne sont pas des fragments de roches schistoïdes compactes, mais elles sont uniquement composées de sable et de gravier, d'éléments meubles par conséquent. Avant de tenter une explication de ce phénomène, nous avons deux observations à faire Les couches redressées offrent une con-

tinuité parfaite aux deux côtés du matériel introduit et ne doivent par conséquent avoir été sans connexion même pendant un intervalle extrêmement court. Secondement, on peut suivre les couches introduites sur une distance assez considérable, par exemple la couche inférieure sur une distance de 17 mètres. Le gravier y est bien remplacé par du sable, mais la couche en soi est continue. En outre, la manière dont elle a été introduite ne peut pas avoir été violente, car on aurait alors dû observer une dislocation dans le sable fin et bien stratifié des bancs redressés. Si nous voulions toutefois hasarder une explication de notre „profil hérétique" nous serions tenté de la trouver dans l'action de glaçons flottants. Supposons qu'un banc de sable et de gravier se trouve dans une rivière et ne soit couvert que de 1 ou 2 centimètres d'eau. Celle-ci en se solidifiant doit naturellement se souder au sable et aux cailloux subjacents; on peut ainsi se représenter la formation d'un glaçon qui n'est composé qu'en partie de glace, d'un grès ou d'un conglomérat temporaire dont le ciment est de la glace. Avec une crue de l'eau ce glaçon se lève et est transporté par le courant. Il peut alors arriver dans une anse du rivage, où l'eau est tranquille. Quand le diamètre du glaçon est plus grand que le rayon de cette anse, une partie en est soumise à l'action du courant et il en résulte naturellement un mouvement rotatoire. D'autres glaçons charriées par la rivière se heurtent contre le premier et le pressent contre le rivage. Nous pouvons nous figurer comment, par l'influence combinée de cette rotation et de cette pression, le bord du glaçon ronge le rivage et est en même temps introduit peu à peu dans la fissure horizontale qu'il remplit en même temps. Le sable et les cailloux y restent après la fonte de la glace. Il n'est pas nécessaire dans notre cas particulier que cette fente ait eu une profondeur de 17 mètres; la coupe que nous en avons dessinée peut se trouver dans un plan vertical parallèle à l'ancien rivage et la profondeur de la fente serait alors bien moins considérable. Les quatre couches de „Diluvium intrusif" qu'on distingue dans notre figure représenteraient ainsi quatre niveaux différents de cette rivière quaternaire. La supérieure n'est que fragmentaire et est probablement abrasée par le même phénomène qui a recourbé les sommets des bancs redressés et qui serait ainsi assez récent.

L'explication donnée ci-dessus paraîtra sans doute hasardée, mais nous n'en voyons pas d'autre pour le moment et nous l'abandonnerons volontiers pour une meilleure.

Coupure du Chemin de fer Rhénan à Maarn.

C'est près de la petite commune de Maarn que le Massif d'Amersfoort et de Reenen a sa plus faible largeur et est traversé par le Chemin de fer Rhénan. La coupure atteint une longueur plus considérable que celle de Reenen et une hauteur maximale à peu près égale (pl. II, fig. 3). La longueur de la partie mise à découvert est d'environ 1100 mètres et la hauteur en est assez inégale. En allant de l'ouest à l'est (direction du profil) et en commençant à une petite route qui traverse le chemin de fer, la hauteur est de 5 mètres à 100 m. de cette route, de 5.75 m. au point O; de 9,75 m. au point A et de 10,25 m. au point B. Ici la hauteur diminue jusqu'à 9,30 m. (C). et s'accroît de nouveau jusqu'à 20 m. (D). Du dernier point elle diminue faiblement jusqu'à 19 m. au bout du profil (E) et à une distance de 425 m. du point de la hauteur maximale.

Les renseignements que nous sommes en état de donner sur ce profil sont moins complets que ceux de la coupure de Reenen. Cette dernière a été achevée en trois ou quatre ans et a ainsi présenté un profil frais à plusieurs occasions, tandisque le profil de Maarn se trouve à une distance assez considérable du chemin de fer en exploitation et n'est mis à découvert que de temps à autre pour en retirer du sable et du gravier. Nous n'avons donc pu lever avec exactitude qu'une petite partie du profil et nous conservons encore plusieurs doutes sur les détails du reste, doutes qui ne pourront être éclaircis que plus tard. Ce fragment que nous avons en vue se trouve entre 100 et 128,5 m. de distance de l'extrémité occidentale et a une hauteur de 5,75 à 6 mètres. Nous en donnons la figure 4 (pl. II) à une échelle de 1 : 150 dans laquelle on voit tout de suite une grande ressemblance avec la partie septentrionale du profil de Reenen. On y observe une série de couches redressées et fortement inclinées vers l'est (du moins partiellement) dont plusieurs sont composéees de sable fin stratifié (1, 7, 14, 16), traversé quelquefois par des lamelles irrégulières endurcies par l'hydroxyde de fer. Le banc 11 contient un sable plus grossier qui est mêle de gravier dans les bancs 12, 15 et 17. Le gravier fin compose les bancs 2, 3, 5, 6 et 13; le gravier grossier, le banc 18 et enfin on voit des cailloux assez grands, de 4—6 c.m. et davantage dans la partie orientale du banc 6 et dans le banc mince 4. Quelques bancs d'argile (10 et la petite lentille entre 6 et 7 alternent avec le sable et le gravier. Ensuite on voit au premier abord que ces bancs sont recourbés en haut, tout comme à Reenen, mais cette fois vers l'ouest et non vers le nord. Les *queues* sont de

longueur très-inégale, le sable fin pur ou mêlé de cailloux se perd vite, le gravier fin 2 en a plusieurs, l'argile et surtout le gravier grossier 18 en ont d'assez longues. On peut suivre celle de ce dernier sur une distance de 6 mètres. La couche superposée non-stratifiée est encore un mélange des bancs redressés, de sorte qu'en l'observant attentivement on peut, en allant de l'ouest a l'est, „*flairer*" pour ainsi dire, les éléments des bancs inférieurs. Ainsi la couche supérieure contient des cailloux grossiers avant et au-dessus du sable fin 1 et bientôt on en découvre de pareils dans un banc assez mince, qui n'est pas même en continuité avec les premiers. L'explication n'en est pas difficile. Le banc 4 n'est pas une couche proprement dite, mais une lentille, dont le grand axe se trouve en dehors du profil, un peu en avant ou en arrière. S'il avait été en dedans on aurait vu la lentille se continuer jusqu'à la couche non-stratifiée et entrer en rapport direct avec les cailloux dispersés. Cette masse n'est donc qu'une queue en train de dissolution. On voit de même près de la queue du banc 2, une motte isolée d'argile qui est aussi probablement dérivée de quelque autre lentille d'argile. Le rapport pétrographique entre la masse de cailloux et la lentille 4 sans continuité directement visible nous permet aussi de conclure que le transport des éléments des bancs s'est opéré non pas dans le plan du profil, puisqu'alors il devrait y exister une continuité, mais plus au nord ou au sud. La structure lentillaire de cette partie du Quaternaire est encore illustrée par la lentille d'argile entre les bancs 6 et 7 et par celle désignée par le chiffre 8. Selon les ouvriers les bancs de gravier s'amincissent graduellement tant dans la direction verticale qu'horizontale, ce dont j'ai aussi pu me convaincre dans une autre occasion.

Quant à la composition pétrographique du gravier, nous n'avons qu'à répéter ce que nous avons dit au sujet du profil de Reenen; ce sont exclusivement des cailloux d'origine méridionale, du quartz, du quartzite, du grès, du conglomérat, du grauwacke, etc.; il n'y a aucune roche cristalline.

En suivant le profil dans une direction orientale, on voit de temps à autre réapparaître les bancs redressés, cachés pour la plus grande partie sous le talus. L'angle de l'inclinaison varie un peu et même nous y avons vu un banc d'argile exactement vertical, qui se trouve à 25 m. de distance du banc de gravier 18 du profil.

Dans la plaine, formée peu à peu par le transport du sable et du gravier on voit des erratiques assez nombreux, mais encore exclusivement d'origine méridionale. Ils atteignent souvent un diamètre de 2 à 3 d. m. et ont été probablement transportés par des glaçons. Là, où on peut les voir

in-situ, c'est-à-dire à l'extrémité occidentale du profil, on ne les découvre point dans les bancs redressés de sable et de gravier, mais dans la partie supérieure non-stratifiée. Il est donc probable que celle-ci n'est pas uniquement le résultat du mélange des bancs subjacents, mais qu'elle contient aussi des éléments étrangers.

Continuant notre inspection vers l'est, nous entrevoyons de temps à autre à travers du talus les bancs redressés, sur lesquels repose en discordance, à 350 m. de l'extrémité orientale, un système de couches synclinales (pl. II, fig. 3). Ce bassin a un diamètre de 125 m. et une profondeur de 11 m. Ses couches se composent de sable et de gravier alternants et contiennent plusieurs cailloux de granit, etc., mesurant jusqu'à 1 d. m. L'angle d'inclinaison des bancs subjacents varie entre 25° et 90°, l'inclinaison est toujours orientale; quelquefois même on peut observer la courbure occidentale de leur partie supérieure.

A l'extrémité orientale du profil s'en joint un second, perpendiculaire qui se dirige ainsi du S. au N. Il a une longueur de 100 m. et une hauteur de 17 m., 5 à l'extrémité septentrionale (19 m. à l'autre). Il présente (pl. I, fig. 5) une série de minces couches de sable jaune, avec des cordons de gravier et quelques erratiques dispersés, et deux couches bien reconnaissables composées uniquement de gros cailloux tantôt arrondis, tantôt anguleux, qui appartiennent en grande partie aux roches scandinaves connues. La couche inférieure est visible sur une distance de 25 mètres; elle s'élève vers le sud plus rapidement que la couche supérieure, dont elle se rapproche par conséquent. Çà et là on voit encore quelques traces des bancs redressés de gravier et de sable, immédiatement au-dessous de la couche inférieure du Diluvium entremêlé, qui a encore ici rempli un creux dans le Diluvium rhénan. C'est donc des couches de ce bassin et du précédent, que sont probablement dérivés les erratiques scandinaves dispersés dans la partie orientale de la plaine de la sablière.

La plupart y reposaient déjà pendant une série d'années et étaient arrondis; quelques-uns seulement étaient anguleux, mais l'étaient probablement devenus après leur déterremment. D'autres présentaient des faces polies, un seul possédait des stries incontestables. Leur dimension habituelle est de 50—75 c. m.; plusieurs atteignent 1 m. La roche la plus ordinaire est un granit à feldspath blanc, dont les individus atteignent une longueur de 4—6 m. m., et à mica noire. Ensuite on y trouve du gneiss, du gneiss amphibolique, du syenite, du micaschiste, du conglomérat quartzeux violet, etc. Dans plusieurs des granits les macles de Carlsbad se laissent facilement distinguer. Les deux plus grands erratiques de granit mesurent 1,5 × 1,25 × 0,75 et 1,5 × 1,4 × 0,75 m.; un autre de basalte atteint

80 × 60 × 50 c. m. Ensuite il s'y trouve un bloc de dolomie bleu-grisâtre contenant des coraux et des bryozoaires, faciles à distinguer par la décomposition de la roche; des grès à Scolithus, des quartzites et des grauwackes, dont plusieurs contiennent de petits cristaux de pyrite.

M. M. Berendt et Meyn (l. c.) n'ont pas été frappés du phénomène de la dispersion particulière des erratiques scandinaves et il paraît qu'il s'en est trouvé autrefois, quoique de moindre taille, dans la partie occidentale de la petite plaine. C'est la découverte faite en Mai 1885 qui nous l'a fait présumer. Jusqu'alors nous n'en avions point trouvé, lorsqu'à cette date une tranchée très-peu profonde avait été creusée pour les trains à sable. C'était à environ 400 mètres de l'extrémité occidentale (pl. II, fig. 3 B), et nous fûmes très-surpris d'y trouver plusieurs petits erratiques scandinaves retirés récemment du sol. Nous découvrîmes exactement le même profil qu'ailleurs, un creux ayant un diamètre (O. N. O. — E. S. E.) de 84 mètres et une profondeur de 4 d. m., dont la base était formée par les bancs redressés encore bien reconnaissables qui se montraient aussi aux deux extrémités. La couche inférieure du creux se composait de gros cailloux, principalement de roches plutoniennes, et était couverte de gravier stratifié obliquement. Ce n'est donc pas la composition, mais seulement la position si basse de cette plaque de Diluvium entremêlé qui peut nous étonner. Nous ne croyons pas avoir à faire à une faille, à un changement de niveau, puisque le grand profil n'en fournit point les preuves, mais à une érosion plus profonde des bancs redressés. Le profil de Reenen nous a aussi fourni plusieurs exemples d'une érosion très-inégale.

Nous avons donné une petite figure, exagérée quant à la hauteur, dans la figure de la tranchée entière.

Aujoutons encore que selon Staring (B. v. N. II. Pag. 122), le gravier de la tranchée décrite a produit en 1855 deux molaires et des fragments d'un atlas et d'un sternum du mammouth. Je possède aussi un noyau de la corne du Bison priscus, trouvé par les ouvriers. Selon Staring, cette espèce n'avait pas encore été trouvée (jusqu'à 1860) dans le Diluvium graveleux, mais bien dans le Diluvium sableux qui est beaucoup plus récent. Du reste la coupure n'a pas attiré particulièrement son attention; il dit seulement qu'il n'y avait aucune différence dans la dispersion d'erratiques scandinaves relativement à la profondeur et qu'on y avait découvert une grande masse de gravier.

M. M. Berendt et Meyn paraissent l'avoir visitée pendant un temps très-court, dans leur voyage à travers la Hollande en 1874. Ils en donnent même une figure (Zeitschrift der deutsch-geologischen Gesellschaft, 1874.

Taf. V) qui est en grande partie inexacte. Nous y reconnaissons sans difficulté les détails que nous avons décrits et figurés, mais qui ont été combinés par les auteurs allemands d'une manière peu recommandable. L'échelle de la hauteur est aussi exagérée plusieurs fois sans qu'il en soit fait mention.

La partie gauche de la figure (fig. 7, pl. IV) avec les couches synclinales correspond au bassin discordant de notre figure; nous y voyons aussi que ce bassin contenait beaucoup d'erratiques en 1874, tandisqu'en 1884 nous n'y avons vu que quelques cailloux d'origine mixte, dispersés dans une grande masse de sable. Le plan du profil s'est certainement reculé de plusieurs mètres dans cette dizaine d'années, et les erratiques sont ainsi distribués assez irrégulièrement dans les couches synclinales. B. & M. en tirent la conclusion inexacte que le Diluvium rhénan y est plus récent que le Diluvium scandinave. Notre profil prouve justement le contraire. En bas de cette partie de leur profil on voit une très-grande quantité d'erratiques dispersés sur le sol et nous avons aussi vu en effet que la partie orientale de la coupure en contient une bien plus grande quantité que le reste. Les auteurs allemands ne paraissent pas avoir observé la remarquable différence pétrographique qui existe entre ces erratiques. Le second quart de leur profil nous montre des couches inclinées vers l'orient, qui correspondent aux bancs redressées de notre profil, et dont une ou deux contiennent de petits erratiques jusqu'à 8 ou 10 c. m. de diamètre. Les auteurs paraissent aussi avoir vu un peu des queues de la partie supérieure des bancs redressés; nous voyons dans leur figure les couches devenir horizontales pour s'incliner de nouveau vers l'ouest. Ils ont pourtant exagéré les dimensions de ces queues en en faisant de véritables couches. De même le premier quart du profil est inexact, puisqu'ils y ont réuni deux systèmes de couches dont l'un repose en discordance ostensible sur l'autre.

Les faits sus-nommés font que nous conservons beaucoup de doute sur l'exactitude du profil de la coupure de Wolfheze près d'Arnhem, que nous n'avons pas pu relever, puisque le talus y est entièrement recouvert de bruyère. L'imagination a probablement aussi contribué à compléter leurs observations imparfaites.

M. Amund Helland a donné en 1879 le rapport d'un voyage fait en Allemagne et en Hollande, dans lequel il a aussi visité la coupure de Maarn. Voici ce qu'il en dit: „Maarn est le point le plus méridional de la Hollande où l'on ait trouvé des blocs scandinaves." (Il cite pourtant M. Winkler et la découverte d'un bloc de granit à Oudenbosch près de Breda). „La (à Maarn) j'observai un grand nombre

d'erratiques scandinaves dont 46 °/₀ de granit, 23 °/₀ de gneiss, 17 °/₀ de grès rouge, 6 °/₀ de conglomérats, 2 °/₀ d'amphibolite, 2 °/₀ de micaschiste, 2 °/₀ de schiste argileux, 1 °/₀ de quartzite rouge et 1°/₀ de serpentine. Ces blocs sont souvent pourvus de stries glaciaires et atteignent quelquefois une grandeur de 1 m³. Le profil les montre pêle-mêle et formant un banc d'un mètre d'épaisseur, couvert de 11 m. de sable." A propos de cette note nous ferons remarquer que: quoique nous n'ayons pas compté le nombre d'erratiques de chaques espèce de roche, nous sommes convaincu que ceux de granit sont de beaucoup les plus nombreux, comme le dit M. Helland, le micaschiste nous paraît y être noté en proportion trop minime et nous n'y avons observé aucun schiste argileux ni serpentine, mais bien quelques blocs de dolomie grise, riches en bryozoaires et en coraux. Ensuite nous pouvons nier positivement qu'ils soient „souvent pourvus de stries glaciaires". Nous les avons examinés un à un et nous avons souvent observé un certain polissage, mais très rarement des stries, quoique nous soyons porté à croire qu'ils en aient eu. M. Helland a observé, de même que M. M. B. & M., qu'ils forment un banc d'une épaisseur d'un mètre, couvert de 11 m. de sable. Ce dernier chiffre est le même que celui que nous avons donné pour l'épaisseur du petit bassin qui repose en discordance sur les bancs redressés et dans lequel je n'ai pu trouver que des cailloux de granit peu volumineux. Helland n'a donc rien vu des bancs redressés. Quoique les communications des auteurs précités aient un certain intérêt, elles sont assez incomplètes et plus ou moins inexactes.

Le Forage de Zeist.

A 5 K. M. à l'est du village de Zeist, non loin de la „Pyramide d'Austerlitz", se trouve un puits artésien qui a jadis beaucoup intéressé les géologues. Nous voulons y revenir puisque les faits qu'il a mis au jour sont assez importants. M. Harting en donne quelques détails dans son „Bodem onder Amsterdam" publié en 1852 dans les „Verhandelingen der Eerste Klasse van het Koninklijk-Nederlandsche Instituut". Il y dit (pag. 99) que la hauteur du terrain (une bruyère assez basse) est à 16 m. + A. P. et que la profondeur du puits atteint 139 m. Le premier qui ait tenté de tirer des conclusions géologiques de ce forage est M. Van Breda (Nederlandsche Konst- en Letterbode 1835 I): „Bedenkingen omtrent hetgeen uit de, bij de Putboring te Zeist opgebrachte

gronden, aangaande den geologischen aard van den bodem aldaar kan afgeleid worden". Il constate d'abord que le sol autour du puits se trouve dans le Diluvium, qui compose aussi la bruyère d'Amersfoort, ainsi que toute la Veluwe. Il cherche l'origine de tous les cailloux, même des gneiss et des hornblende (amphibolite?) dans les Ardennes et croit qu'au dessous des sables qui les contiennent on trouvera peut-être plus tard des blocs de granit et de gneiss, originaires du Nord, comme c'est le cas en Allemagne. Il n'en a cependant vu aucune preuve, non plus que M. M. Berendt et Meyn.

Quant à l'âge des terrains traversés, Van Breda regarde comme non douteuse la présence du Quaternaire jusqu'à 80 m. et comme prouvé qu'entre 80 et 134 m. se trouve le Tertiaire. Les détails peuvent ici être laissés de côté, puisqu'ils reposent sur des données et des considérations entièrement surannées. Il identifie entre autres l'argile de Londres avec l'argile noire d'Eibergen, qui sont cependant d'un âge entièrement différent, et croit que sous Zeist on a d'abord rencontré la formation si riche en coquilles qui s'appelle le Crag, et au-dessous de celle-ci, la Formation à lignites. La première commencerait à 83,5 m.; la seconde à 122 m. Nous verrons bientôt que ces coquilles, auxquelles l'auteur attache tant d'importance et dont il attribue l'une au genre Crassatella, ne sont que des fragments roulés, indéterminables et de peu d'importance, dérivés de couches subjacentes.

Le second auteur, M. Moll, professeur de physique à Utrecht, a également écrit un petit traité sur ce forage. Dans la même feuille périodique de l'année 1836 I, il dit que l'ouvrage a été commencé en 1833 et terminé en 1835; il y joint une liste des terrains traversés, qui n'a que peu de valeur scientifique. Aussi M. van Breda n'a pas tardé à y répondre et à combattre les conclusions et les déterminations superficielles de M. Moll.

Dernièrement, M. Harting a fait plusieurs fois mention de ce forage (l. c.). Il croit pouvoir distinguer 13 ou 14 différentes couches de sable et fixe l'attention sur l'absence presque totale de fossiles, à l'exception de la soi-disant Crassatella de Van Breda et d'une Corbula problématique, trouvée à 136 m., 5. Quant aux morceaux de bois humifié, il les considère comme provenant de la Formation à lignites (miocène) et comme ayant été entraînes probablement par le Rhin. Il considère ainsi tout le terrain traversé comme appartenant à la Formation quaternaire.

Nous avons examiné à notre tour les échantillons des roches de Zeist. La plus grande masse est constituée par du sable quartzeux, tantôt fin, tantôt plus grossier, et passant parfois en gravier. Il contient souvent

des feuillets de mica et est parfois argileux ou coloré en jaune par des matières ferrugineuses. Quelques échantillons sont assez riches en fragments de bois; on les rencontre surtout dans les parties inférieures. Parfois le sable est remplacé par de l'argile grise ou violette plus ou moins compacte. Comme la succession des couches est en général très-irrégulière dans le Quaternaire, nous considérons comme superflu de donner la liste des différentes variétés de sable et d'argile et nous contentons nous de renvoyer à celle du Professeur Moll.

Quant aux cailloux qui se trouvaient dans le sable et le gravier, il faut tout d'abord remarquer l'absence absolue de toute roche cristalline. M. Moll parle bien d'un caillou de gneiss qui aurait été trouvé à 83 m. de profondeur, mais ce n'est qu'un morceau de grauwacke grisâtre. Pourtant on a trouvé à plusieurs profondeurs des cailloux de silex noirâtre, souvent couverts de la couche poudreuse et blanche bien-connue. Ces cailloux se trouvaient à 27, 28, 32 et probablement à 137 m. Nous croyons que ces silex sont d'origine méridionale et se rattachent à ceux de la Belgique. S'ils étaient tous dérivés du nord, nous ne concevrions pas l'absence complète de toute roche cristalline.

Les autres cailloux sont tous dérivés du sud, entraînés probablement par le Rhin et en partie par la Meuse. Ce sont en première ligne des quartz blancs, accompagnés de quartzites, de grauwackes, de phyllites, de grès, de cornées, de lydite, de limonite, trouvés à des profondeurs différentes.

Les débris de mollusques sont tous dérivés. A 113 m. se trouvait un fragment de Cardium edule et à 38,5 m. la Crassatella problématique. A 136 m. gisaient un fragment d'un bivalve très-épais, appartenant peut-être à une Cyprina, un autre plus mince qui pourrait appartenir à une Mactra, un troisième possédant encore des côtes radiales et ressemblant beaucoup à un fragment de Cardium et enfin plusieurs débris minces et lisses qui pourraient bien se rapporter à des Tellina. On voit donc qu'il n'y a presque rien à faire de ces restes de mollusques; il nous paraît cependant que tous sont dérivés du Pliocène sous-jacent. Tous les fragments pourraient être attribués à des coquilles du Pliocène sous Utrecht sans qu'on puisse cependant se décider sur leur identification spécifique.

En résumant les résultats de ce forage, nous voyons que:

1°. depuis la surface jusqu'à 139 m. de profondeur s'étend le Quaternaire; il n'y a du moins aucune raison pour accepter une formation plus ancienne;

2°. ce Quaternaire est plus ancien que celui du sous-sol d'Utrecht; il

est probablement le terme le plus ancien de la série quaternaire, et celui d'Utrecht le plus récent;

3°. dans le sous-sol les roches cristallines manquent entièrement, les cailloux de silex sont probablement d'une origine méridionale;

4°. les restes de mollusques sont tous dérivés, peut-être du Pliocène, semblable à celui du sous-sol d'Utrecht.

Profil de la Sablière entre les Stations De Bilt et Soest du Chemin de fer Central.

En commençant la description du profil de Reenen nous avons dit que le Massif d'Amersfoort-Reenen se termine par une vallée étroite, traversée par le Chemin de fer Central. Aux deux bouts de cette vallée se trouvent les stations „De Bilt" et „Soest", entre lesquelles il y a une petite sablière peu profonde, dont nous avons relevé quelques parties que nous reproduisons dans les figures 6, 7 et 8 de la planche II.

Le terrain est à peu près horizontal et ne monte que très-faiblement dans la direction de l'ouest, davantage vers le sud et le nord. Le profil est orienté de l'est à l'ouest et a une longueur de 450 m. et une profondeur maximale de 3 m. à l'extrémité occidentale, dont la fig. 6 représente sur une échelle de 0,005, les 24 derniers mètres. Le chiffre 4 représente dans les trois figures un sable fin, stratifié régulièrement, quelquefois obliquement, et contenant çà et là une certaine proportion de petits cailloux, ou étant même remplacé par un veritable gravier. Ces cailloux sont pour la plus grande partie les quartz habituels blancs et colorés, mais aussi quelques granits et silex. Le sable fin et stratifié est donc du Diluvium mixte. Au-dessus de la couche 4 on voit dans la figure 6 une partie marquée par le chiffre 3; la partie moyenne de cette figure entre les deux × × est représentée sur une échelle plus grande dans la figure 7. Nous voyons qu'elle se compose d'un gravier grossier avec un grand nombre d'erratiques et quelques masses d'un sable fin, non-stratifié, indiquées par la lettre „u". Un de ces erratiques représenté par la lettre „m" se trouve dans la couche subjacente, et on voit que ni le gravier, ni le sable stratifié qui l'environnent n'ont été dérangés, preuve que l'erratique a été déposé avant le gravier. Pour bien démontrer le caractère de ce dépôt nous donnons ici la liste des principaux erratiques: a, diorite vert-

grisâtre mesurant 50 c.m. sur 25, en grande partie décomposée; b, granit rouge-clair; c, grès grossier ou conglomérat violet; d, pegmatite; e, porphyre-felsite violet; f, diorite à petits éléments; g, gneiss gris; h, granit à gros éléments, à feldspath rouge et blanc et à quartz bleuâtre; i, gneiss gris; k, granit à gros éléments et à feldspath rose, avec beaucoup de quartz; l, grès grossier rouge-foncé; m, gneiss, contenant beaucoup de quartz (deux blocs); n, granit rouge; o, comme h, mais à éléments plus petits; p, granit à petits éléments; q, gneiss; r, granit rose. Il n'y a donc aucun doute sur l'origine de cette partie du profil; c'est le Diluvium scandinave aussi bien développé que possible. Au-dessus de cette masse on voit une lentille irrégulière de gravier bien stratifié.

Une pareille masse, formant une espèce de bassin, se trouve à l'ouest du gravier à erratiques et repose en partie sur celui-ci; elle est recouverte à son tour par plusieurs couches assez minces d'un sable fin. Les chiffres 2 et 1 représentent de nouveau notre sable non-stratifié habituel, plus ou moins argileux. Dans nos figures 6 et 7 il contient encore deux erratiques.

La profil de la fig. 8 commence à 15,5 m. de l'extrémité orientale de celui de la fig. 6 et a une longueur de 22 m.; il est dessiné sur une échelle de 0,01. Les parties 1,2 et 4 sont les mêmes que dans les figures précédentes; la partie 3 qui correspond à celle des autres figures, a encore besoin de quelque explication. Nous y avons (comme toujours) laissé en blanc les parties qu'il n'était pas bien possible de mettre en dessin, soit qu'elles fussent en partie cachées sous de petits talus, soit qu'elles offrissent trop de petits détails et eussent ainsi encombré la figure entière. Nous voyons ici des parties stratifiées dérangées et d'autres en place, avec des parties non-stratifiées. La lettre „A" désigne des fragments de strates fines de sable dérangées et tordues, la lettre „B", des fragments de couches d'argile ou de sable argileux, également tordues. En outre il y a plusieurs erratiques et des masses irrégulières de gravier. A cette partie du profil appartiennent encore un petit ensemble de couches synclinales de sable mêlé de gravier „C" et de gravier „D" plus ou moins distinctement stratifié. Le sable fin, bien-stratifié 4, forme une couche plus épaisse à la partie orientale du profil, preuve que la partie 3 ne s'est pas simplement et directement déposée sur ce sable, mais après un certain degré d'érosion.

Ceux qui ont fait quelque étude de la géologie de l'époque quaternaire n'hésiteront pas longtemps à reconnaître avec nous dans la partie 3 la *moraine inférieure* du manteau de glace de cette période. Le *Con-*

torted Drift des Anglais y est facilement reconnaissable dans les argiles et sables tordus, représentés par les lettres „B" et „A". De même que cette *moraine* contient presque toujours des parties stratifiées produites par l'action de l'eau de fonte de la glace, notre profil possède des couches synclinales dans la partie occidentale de la figure 6 et représentées par la lettre „V" de la figure 7 et par les lettres „C" et „D" de la figure 8. Peut-être la couche „4" appartient-elle aussi à la *moraine inférieure;* nous ne croyons cependant pas qu'il en soit ainsi, mais nous considérons cette partie comme antérieure, quoique la différence d'âge puisse être bien minime. La preuve qu'elle a été produite sous l'influence du manteau de glace approchant, c'est la présence de plusieurs cailloux de granit dans son gravier et même d'un gros bloc erratique, désigné par la lettre m. (fig. 7). La figure 6 nous semble posséder aussi une haute importance pour le motif suivant. Nous y voyons sur une très-petite distance (moins de 20 mètres) les deux faciès de la *moraine inférieure* côte à côte; le faciès non-stratifié représenté par le gravier et les grands erratiques (× ×), et le faciès-stratifié, représenté par le gravier et le sable de la partie gauche de la figure. Nous en tirons la conclusion, négative il est vrai, que nous allons appliquer aussi sur d'autres profils, que l'absence locale de parties non-stratifiées et de blocs erratiques ne peut pas être invoquée comme argument contre la présence du manteau de glace dans l'époque quaternaire.

Avant de quitter ce profil intéressant, nous voulons encore fixer l'attention d'abord sur le rôle de quelques erratiques et ensuite sur le sable supérieur „1 et 2". L'erratique „E" (fig. 8) a joué le rôle d'un point d'appui ou de protection pour le sable des petits bassins „C" et „D"; l'erratique „F" a probablement exercé une certaine pression sur le sable stratifié et l'a obligé à se plier.

Quant au sable supérieur, on voit quelquefois une séparation assez nette d'avec la *moraine inférieure;* quelquefois aussi il se continue sans interruption dans celle-ci. La présence de quelques erratiques volumineux „r" et q" dans la figure 7 nous mène aussi à le croire en rapport direct avec cette *moraine*, dont la structure aurait peu à peu disparu complètement par l'action de la gelée. Les couches 1 et 2 ne présentent aucune différence réelle; la partie supérieure est seulement devenue noire par un mélange de terre végétale.

En suivant le profil dans une direction orientale, on voit plusieurs fois le *Contorted Drift* également bien ou mieux développé; mais il nous parait superflu d'en réproduire tous les détails dans des figures. On le voit souvent presque à la surface du terrain; tantôt les gros erratiques se trouvent dans le sable supérieur humifère, tantôt à une plus grande

profondeur sans aucune règle. Localement la *moraine inférieure* paraît manquer, ou plutôt ce n'est que son faciès stratifié qui y est développé. En général elle se trouve tout près de la surface près des stations susnommées, comme on peut le conclure du grand nombre d'erratiques plutoniens dispersés sur le sol. Quelques-uns sont très-distinctement striés, un certain nombre est poli; quelques-uns dans la sablière atteignent un diamètre d'un mètre.

Coupure de la „Montagne" d'Amersfoort.

Le Chemin de fer de l'Etat se réunit à Amersfoort avec le Chemin de fer Central et traverse une partie de la colline qui s'élève près de cette ville. D'abord nous avons le petit profil représenté sur la pl. II, fig. 9 sur une échelle de 0,004. Il n'a pas été dessiné sur l'endroit même, comme le sont tous les autres, et est ainsi un peu schématique. Nous y voyons les bancs redressés, inclinés vers l'est et recourbés à leur partie supérieure, d'abord en haut, puis vers l'est. Ils sont recouverts par une couche horizontale de sable argileux, remplacé parfois par du sable ou du gravier, au-dessus duquel se trouve du sable fin, devenu noir dans sa partie supérieure. Celui-ci a une épaisseur de 1 m., la couche précédente de 5 à 10 d.m. Elle contient à sa base des cailloux et parfois des erratiques assez gros de granit, de gneiss, de grauwacke et de quartzite.

Plus loin vers l'ouest, il y a un autre petit profil plus intéressant encore et représenté par la fig. 10 sur une échelle de 0,002. Il a ainsi une longueur de 68 sur une hauteur de 5 m. Au milieu on voit des couches anticlinales de sable, coloré différemment et imprégné plus ou moins d'hydroxyde de fer, de sorte que les différentes couches se distinguent aisément. Vers l'ouest elles deviennent peu à peu plus escarpées, ce qui se voit aussi vers l'est, où elles sont interrompues par une couche d'argile bleu-clair mêlée de sable et excessivement dure (a), de sorte qu'elle doit être travaillée au pic. Le tout est couvert de notre couche amorphe dont la limite inférieure mérite surtout l'attention. Elle est en partie ondulée très irrégulièrement ou plutôt crénelée et rappelle les figures bien connues de la *moraine inférieure*, et en partie plus régulière, nommément plus

vers l'ouest, où l'on voit de nouveau les bancs redressés recourbés en haut et coupés par un plan presque horizontal. Notons toutefois que l'inflexion est ici dirigée vers l'ouest et dans le premier plan vers l'est (fig. 9). Nous reviendrons bientôt sur ce phénomène.

En suivant le talus escarpé de l'extrémité orientale de notre profil, on voit les couches devenir de plus en plus indistinctes pour disparaître enfin. On ne voit qu'un mur de sable instratifié, traversé par des plaques ferrugineuses, qui sont parfois assez régulières et simulent une stratification. Ce n'est pourtant pas le cas, car à une distance d'environ 180 mètres de l'extrémité du profil (fig. 10), le talus cesse et en tournant un angle droit on voit devant soi le petit profil indiqué par la fig. 11. Ce profil nous rappelle immédiatement les bancs redressés de Reenen et de Maarn, qui sont ici parfaitement verticaux et — comme dans la règle — recourbés en haut et couverts de la couche amorphe de sable avec des cailloux. Comme on peut le voir dans le petit profil, le sable des bancs diffère encore sensiblement. Il est stratifié ou non, mêlé parfois de cailloux ou traversé en différents degrès par des plaques ferrugineuses. Sa couleur varie d'un blanc presque pur à un brun-jaunâtre; il ne contient que des grains de quartz presque tous hyalins.

Ce troisième profil éclaircit en quelques moments la partie indistincte du second. Le mur de sable homogène n'est que le banc vertical septentrional du second profil, vu de face, ce dont on peut se convaincre facilement. Parfois les ouvriers avaient entamé davantage ce talus en un certain point et l'on voyait dans l'espèce de niche produite les couches verticales réapparaître. On voit encore autre chose. L'inclinaison des couches diminue peu à peu vers l'ouest et on peut avec un peu d'attention découvrir un passage graduel des bancs verticaux aux bancs peu inclinés de la partie moyenne du grand profil (fig. 10). En même temps la direction change avec l'inclinaison, la première étant E—O quand la seconde est de 90°, mais elle devient peu à peu S E—N O avec une inclinaison vers le N. E., qui diminue jusqu'à 25°. Il paraît que la direction redevient E—O au milieu du grand profil et que l'inclinaison change en même temps du N. E. au N. O.; ce qui nous le fait supposer, c'est l'apparition de la claie sableuse bleuâtre (a) à une distance d'une quinzaine de mètres au nord du grand profil.

Nous avons donc ici un passage très graduel de couches verticales en d'autres qui ne sont que très peu inclinées, phénomène que nous avons déjà étudié à Reenen. Relevons enfin que la direction des queues dans le profil fig. 11, n'est pas en contradiction avec celle de la fig. 9; ces deux figures ne représentent que ce qu'on voit dans un plan d'intersection,

et non la direction réelle des queues, qui serait probablement du S. O. au N. E. La partie supérieure du grand profil est en contradiction apparante avec celle des deux autres; mais nous espérons la faire disparaître en résumant les résultats des différentes coupures.

Sablière de Hilversum.

A mi-distance environ des stations de Hilversum et Bussum se trouve une sablière étendue, dont la partie supérieure est encore bien visible sur une épaisseur de 1,75 à 2 m. Dans notre premier profil (fig. 5, pl. III), les chiffres 1 à 4 représentent les mêmes subdivisions que dans le profil du Bilt; 2 est un sable argileux qui contient quelques cailloux dispersés, et dont la partie supérieure 1 est colorée en noir par la terre végétale; 4 est un sable fin et stratifié avec quelques cailloux et des lentilles d'un gravier plus ou moins grossier. Ce même gravier et sable est tordu de différentes manières dans sa partie supérieure; on peut voir qu'il a été stratifié dans l'origine, mais a été soumis à une forte pression et à un mouvement horizontal, deux effets de la présence du manteau de glace quaternaire. On voit sa surface ondulée irrégulièrement et une *langue* de gravier, protubérant dans le sable. La ligne foncée „a" représente un sable argileux gris-foncé, qu'on peut facilement distinguer du sable plus clair qui se trouve en dessus et en dessous.

Le profil est orienté du N. au S.; nous en reproduisons un semblable (fig. 6) situé à quelques mètres plus au sud, dans le but de montrer qu'on ne peut pas, de la direction des *langues* de gravier, conclure directement au sens du mouvement du manteau de glace. La langue du premier profil est dirigée vers le sud; celle du second, vers le nord.

A quelque distance au nord de ces profils, on en observe un autre qui est également très instructif et a à peine besoin d'une explication détaillée. Dans la figure 7 (pl. III) nous avons laissé en blanc le sable brunâtre et argileux, qui constitue la masse principale du sol et contient des erratiques scandinaves et rhénans dispersés irrégulièrement. Outre ceux-ci, on voit encore une masse allongée d'une argile sableuse (a) courbée à ses deux bouts et stratifiée en partie, ensuite des masses détachées de sable bien stratifié indiquées par la lettre „b"; plusieurs d'entre elles montrent les courbures si caractéristiques de la *moraine inférieure*. Il en est de même du gravier stratifié mêlé de galets plus gros (c). Par „d" nous avons indiqué une masse irrégulière de gravier non-

stratifié, renfermant une masse d'argile. Il n'y a donc ici aucun doute sur la présence de la *moraine inférieure*. En suivant le talus vers le nord, on découvre toute une série de variétés du *Contorted Drift*, parfois peu distinctes et se réduisant à une simple limite crénelée entre le sable inférieur et supérieur, qui a toujours les convexités dirigées en bas, tandisque les pointes sont généralement recourbées vers le sud et arrivent parfois à la surface. Cette limite crénelée contient aussi les erratiques scandinaves.

De l'autre côté du chemin de fer, une sablière encore exploitée montre également une série de profils très instructifs. Elle a une profondeur d'environ 8 mètres; la partie inférieure épaisse de 4 à 5 m. se compose d'un sable fin, stratifié horizontalement ou obliquement et mêlé de cailloux d'origine différente. En général cette partie est cachée sous le talus et la moitié supérieure seule est visible. En suivant le profil du sud au nord, on y aperçoit une série de variétés de structure, trop nombreuses pour être toutes reproduites; aussi nous n'en donnons qu'un petit nombre de figures, suffisantes pour illustrer la description.

Dans la figure 8, pl. III, on voit au-dessous de la couche supérieure une couche de sable, qui contient quelques cailloux dispersés ou des amas de gravier et qui est parfois stratifié obliquement (2). En bas on voit un sable pareil, mais avec plusieurs amas d'erratiques assez gros (4). Entre ces deux sables se trouve une partie également sableuse (3), mais plus argileuse et avec une stratification ondulée et plusieurs couches fragmentaires d'erratiques et de gravier. Le tout est bien stratifié, quoique plus ou moins irrégulièrement et on pourrait le rapporter en son entier à notre *Diluvium stratifié glacial*, dont il sera question plus tard. Un autre profil, situé plus au nord, nous montre une même stratification ondulée (fig. 9.), mais beaucoup plus irrégulière; un gravier grossier, entremêlé d'erratiques scandinaves peu volumineux, y alterne irrégulièrement avec un sable fin, argileux et bien stratifié; la partie amorphe contient aussi plusieurs erratiques assez gros.

Pour bien comprendre et comparer les différents étages de la tranchée, nous voulons la parcourir du S. au N. On voit d'abord un grand nombre d'erratiques volumineux dispersés sur le sol qui paraissent avoir été accumulés localement et qui sont souvent bien polis et striés. Çà et là on en aperçoit encore in-situ dans la couche 3 (fig. 8 et 9) qui arrive parfois à la surface. En quelques endroits on observe une couche d'argile brunâtre sans cailloux, épaisse de 1 à 2 d.m., au-dessous des erratiques de la partie moyenne de la couche ondulée 3; elle n'est probablement qu'un produit de lavage de l'argile à blocaux dont le fragment „a" (fig. 7) en a

été détaché et enlevé par la glace en mouvement. Parfois cette argile atteint une épaisseur de 5 d.m., qui diminue vers les deux bouts. La stratification se continue encore sur une distance de quelques centaines de mètres; parfois elle est irrégulière (fig. 9) et démontre ainsi une action violente de l'eau courante, pour redevenir bientôt plus régulière. Peu à peu les couches de gravier et d'erratiques disparaissent au profit du sable qui correspond aux parties 3 et 4 (fig. 8) et dont l'épaisseur diminue jusqu'à 1 m., lorsqu'on voit apparaître de nouveau les entortillements bien connus de la *moraine inférieure.* Le synchronisme des couches 3 et 4 avec celle-ci est donc assez facile à constater, d'où il suit que la couche 2 de sable stratifié (fig. 8) est d'un âge plus récent. La *moraine* est plus distincte là où elle est encore recouverte par du sable stratifié, puisque cette couche protège sa structure caractéristique contre l'action destructive des gelées d'hiver. Quand se sable supérieur disparaît, les entortillements tendent à faire de même et la *moraine* devient une couche parfaitement amorphe, contenant quelques amas de gravier et des erratiques irrégulièrement dispersés. C'est ce que nous avons observé dans notre profil (fig. 9) et nous n'hésitons nullement à identifier la partie „3" ici avec la *moraine inférieure.* Nous pouvons encore aller plus loin et poser la thèse qu'en beaucoup d'endroits de notre Diluvium entremêlé la couche sableuse et amorphe qui se trouve près de la surface n'est que la *moraine inférieure* devenue méconnaissable. Naturellement chaque cas spécial doit être examiné séparément pour qu'on puisse en donner la preuve, puisque cette couche amorphe peut résulter également du labourage de parties de notre Quaternaire plus récentes ou plus anciennes. P. e., à Maarn nous n'avons pu découvrir de traces certaines de la *m. i.;* à Reenen au contraire, nous serions assez porté à accepter la partie la plus élevée du „Laarsche Berg" comme une *m. i.*, dont la structure caractéristique est presque complètement effacée. En la visitant, nous avons remarqué que la couche de sable du sommet de la colline (pl. III, fig. 1,) contenait un certain nombre de galets, dispersés irrégulièrement; le sable argileux montrait aussi des ondulations irrégulières et entourait des fragments isolés d'un sable de couleur différente; enfin toute la couche supérieure de 1,5—2 m. d'épaisseur était tellement pêle-mêle que nous étions fort tenté de la considérer comme *m. i.* Cependant, comme nous ne pouvions y découvrir de cailloux striés ou polis in-situ nous n'avons pas osé tirer cette conclusion. Or, après avoir étudié le profil de Hilversum, nous n'hésitons plus à cet égard, et nous considérons le caillou de porphyre poli et strié que nous avons trouvé dans la tranchée de Reenen comme

venant de cette *m. i.* Nous pouvons donc accepter qu'elle s'est étendue jusque là, c'est à dire jusqu'au Rhin.

Revenons à notre profil de Hilversum. Comme nous l'avons vu, la *m. i.* est parfois devenue méconnaissable quand elle forme la couche superficielle du sol et est le mieux conservée quand elle est protégée par une couverture de sable. Ce sable est ainsi postérieur à la formation de la *m. i.* et probablement le produit de lavage pendant le retraite du glacier. Il serait donc ce que les géologues allemands appellent „*Rückzugs-* ou *Abschmelzungsmoräne*". Celle-ci est représentée par les chiffres 1 et 2 de notre fig. 8 (pl. III). Dans la moitié septentrionale de la coupure on voit à deux reprises réapparaître ces sables supérieurs pour disparaître bientôt de nouveau, et on voit facilement que ces deux fragments sont les sections de deux petites crêtes, qu'on peut suivre sur la bruyère et qui ont une direction du N. E. au S. O. Ici donc une partie du relief du sol est en relation directe avec une cause connue, l'eau de fonte du glacier scandinave.

Tout ce qui est indiqué dans les différentes figures de ces tranchées par les chiffres 3 et 4 est ainsi l'équivalent de la *moraine inférieure*, remaniée ou non par l'eau; 5 est notre „*Diluvium glacial stratifié*".

Massif de Clèves et de Nymègue.

Le Rhin, avant d'entrer dans le territoire des Pays-Bas, coule dans une plaine alluviale assez large, qui commence non loin de Bonn. Elle est bordée dans sa partie septentrionale par un plateau, sur le versant duquel se trouve la ville de Clèves et qui se perd vers le nord à Nymègue. Ce versant est en partie assez raide, p. e. à Calcar et à l'extrémité méridionale de Clèves, où il existe encore un petit cours d'eau (Kirmisthal), représentant dégénéré du Rhin, qui prouve que ces collines apparantes ne sont que les restes d'un plateau quaternaire érodé dans le courant des siècles. Sur le bord de ce plateau, on distingue facilement la colline de Haut-Elten et l'idée vient bientôt que cette colline doit avoir formé jadis un entier avec les hauteurs de Clèves. Cette idée est appuyée par l'existence du bras du Rhin de Griethausen, qui constituait la rivière encore même dans le siècle passé.

En suivant le versant du plateau vers le nord on arrive à une petite sablière située à quelques minutes de distance de l'Hotel Robbers. On

y voit presque uniquement du sable blanc ou brunâtre avec des cordons de gravier ondulés. Le tout est assez indistinct; je serais cependant tenté d'y voir des bancs inclinés vers le N. E., sur lesquels reposent en discordance des couches de sable avec du gravier. C'est surtout dans la partie occidentale de la sablière que les bancs redressés sont le plus apparents. Quelques gros cailloux (jusqu'à 2 d.m.) de quartzite, de grès, de basalte et un gros rognon de silex gisaient sur le sol, d'autres se trouvaient in-situ dans toute la masse du sable.

Plus loin, derrière le village de Donsbrüggen, il y a une autre petite sablière, où le sable fin avec des lentilles et des cordons de gravier paraît également être disposé en couches redressées; ce gravier ne contenait pas de roches cristallines.

Les traces de ces dernières cependant ne manquent point dans les environs de Clèves. Nous en avons observé plusieurs dans le „*Thiergarten*": un caillou arrondi de granit rouge (1 d.m.) et plusieurs autres plus grands, de granit amphibolique, de diorite, etc. Entre Clèves et Calcar nous en avons encore trouvé, à côté de la route et dans la bruyère, plusieurs de granit, de gneiss, etc. dont quelques-uns avaient un diamètre de 2 à 3 d.m. Pourtant nous n'avons pas été dans l'occasion de les observer in-situ, comme de l'autre côté du plateau sur le versant de la vallée de la Meuse. Ce versant également escarpé a une hauteur d'environ 8 m. et forme en partie la frontière de la Prusse et des Pays-Bas. Il faut le considérer comme produit par la Niers, confluent de la Meuse, qui coule dans le fond. Des tourbières étendues se trouvent au pied du même versant au sud de Mook et par conséquent dans la continuation directe de la Niers. Il ne faut pas beaucoup d'expérience pour voir en elles un ancien cours de rivière oblitéré. Il est plus ou moins parallèle à celui d'aujourd'hui, mais se trouve plus au nord; il quitte la rivière à Kessel et suit la pente du „*Reichswald*", par Grünewald, par les Tourbières d'Ottersum et de Gennep et par Riethorst pour aboutir à la Meuse un peu en amont de Mook. La Niers a son embouchure actuelle un peu au-dessous de Gennep, donc à une distance de 5 à 6 kilomètres en amont de l'ancienne. Les ruisseaux entre Middelaar et Mook sont probablement les derniers restes de cette ancienne Niers.

Le versant du plateau est coupé près de Goch par le chemin de fer et par la chaussée de Clèves; près de cet endroit on peut jeter un coup d'oeil dans son intérieur. On ne voit, dans plusieurs sablières, pas la moindre trace d'une action glaciaire directe. La masse entière consiste en sable bien stratifié, parfois transversalement, tantôt fin, tantôt grossier, mêlé de gravier ou alternant avec celui-ci; les couches

ont souvent une puissance de 1 a 2 m. Ce gravier contient quelques cailloux de roches scandinaves dans sa partie supérieure, mais non dans le bas. Ils sont arrondis sans exception, généralement de petite taille (2 à 4 c.m,) et, comme ils se trouvent dans un dépôt décidément stratifié, leur transport par l'eau courante est hors de doute.

On retrouve le Diluvium graveleux à Goch, où il constitue la rive gauche de la Niers près du pont du chemin de fer, mais il n'est pas représenté sur la carte géologique de Staring. On peut pourtant le suivre facilement jusqu'a Weeze et Wemb, bâtis sur le bord de la petite terrasse qu'il forme, tandisque Kevelaer est situé dans la vallée alluviale. Cette terrasse est bien marquée et s'élève de quelques mètres au-dessus de la petite rivière qui l'a isolée. Des gravières considérables à l'ouest de Weeze montrent qu'elle contient du sable et du gravier alternants; ce dernier est entièrement privé de roches scandinaves et correspond ainsi à la partie inférieure du profil de Goch comme on pouvait s'y attendre.

Une pareille terrasse, composée également de gravier et formant une partie du lit de la Meuse quaternaire, se trouve à Kessel et est probablement la continuation directe de celle de Goch-Weeze. Le temps nous a manqué pour vérifier ce point-là.

Près du même village de Kessel, plusieurs sablières dans le versant du plateau montrent 2 à 3 m. de sable stratifié obliquement, sur lequel repose 1 à 1½ m. de gravier sableux stratifié irrégulièrement et contenant plusieurs petits cailloux de granit, etc.; donc comme près de Goch. En général notre plateau monte par une pente douce jusque dans le voisinage de la vallée du Rhin pour descendre rapidement vers cette vallée. Le versant septentrional est ainsi beaucoup plus élevé que celui de la Meuse, ce qui saute aux yeux surtout à Frasselt près de Cranenburg.

Là, le plateau se rétrécit tout à coup pour s'élargir de nouveau à Groesbeek et se continuer jusqu'à Nymègue. On dirait qu'une partie en a été enlevée pour former la curieuse anse de Cranenburg et de Groesbeek, que nous regardons comme un effet de l'érosion fluviatile. Le Rhin quaternaire en serpentant s'est rapproché bien près de la Meuse (Graftwegen) sans toutefois couper la digue naturelle qui l'en séparait. De petits ruisseaux (Groesbeek, Leigraaf) ont ensuite continué cette érosion sur une échelle bien plus minime et ont à leur tour isolé une terrasse composée de D. g. qui porte le chemin de fer. Les petites vallées de ces deux ruisseaux sont basses et marécageuses et couvertes de mauvaises prairies, derrière lesquelles réapparaissent les champs cultivés. A Graftwegen, la vallée précitée atteint son point culminant; la route, à côté de laquelle nous avons trouvé un caillou de granit dans le sable,

descend rapidement et le promeneur se trouve tout à coup en face du paysage désolé de la Tourbière de Gennep. Changement de scène imprévu et extrêmement frappant! Un changement presque aussi subit, mais en sens inverse, se produit entre Grünewald et Cranenburg. En quelques secondes on voit devant soi la vallée du Rhin, beaucoup plus riante et plus fertile que les tourbières de celle de la Meuse.

Près de Groesbeek le chemin de fer de Clèves traverse une coupure assez longue et assez profonde, que nous n'avons pu étudier à cause du talus couvert de bruyère. Nous y avons seulement trouvé quelques morceaux d'un erratique de granit rouge à petits éléments. Quelques cailloux d'une autre variété de la même roche ont été trouvés dans les gravières près du village. Ici encore les effets de l'érosion sont évidents; plusieurs vallées larges et courtes se présentent à nos yeux. Une d'entre elles est traversée par le chemin de fer de Nymègue, qui passe ensuite dans la tranchée sus-nommée.

Nous avons pu lever près de cette ville, dans une petite sablière à côté de la grande chaussée entre Beek et Ubbergen, un profil géologique assez important que nous reproduisons dans la figure 11, pl. III. Le versant mis à découvert a la forme d'un arc de cercle; nous l'avons réduit sur deux plans verticaux, l'un dirigé de l'E à l'O, l'autre du S. S. E. au N. N. O. Dans le premier, qui a une longueur de 20 sur une hauteur de 5 m. 75, on distingue facilement nos bancs redressés, recouverts comme toujours d'un sable non-stratifié avec des cailloux. Ces couches redressées sont du sable fin, brun ou gris, stratifié parallèlement aux plans de la couche et indiqué par la lettre „a"; ensuite du sable grisâtre, stratifié obliquement „b"; de l'argile „c" formant des lentilles entre les bancs ou des bancs entiers; du gravier „d", et enfin du sable fin grisâtre „e" qui ne montre point de stratification. Ils sont presque verticaux et inclinés vers l'est. Ce profil n'offre ainsi pas de difficulté; ce n'est qu'une répétition de ce que nous avons déjà vu plusieurs fois et rend plausible la présence de couches redressées dans les sablières de Clèves, qui se trouvent dans le même massif. La seconde partie du profil plus épaisse, n'est pas également facile à déchiffrer. Elle a une longueur de 25 m. et une hauteur maximale de 13 m. On n'y voit presque rien que des couches d'un sable fin, dont les lignes d'intersection avec le plan du profil s'abaissent vers le N. N. O., ainsi qu'un cordon mince de gravier qui se continue d'un bout à l'autre.

Le contact des deux plans étant couvert sous le talus, il n'était pas possible de décider si les couches du profil 11b n'étaient que la continuation de celles du profil 11a, mais coupées selon un plan presque

parallèle à leur ligne de direction, ou bien des couches à peu près horizontales qui reposent en discordance sur les premières. Nous serions tenté d'accepter la dernière solution, à cause du mince cordon de gravier qui devrait avoir un épaisseur plus considérable si l'on acceptait la première solution et à cause des cailloux plutoniques dont il sera question tout à l'heure. Les bancs redressés ne sont pas en réalité aussi nettement tranchés que dans notre figure; le passage des uns dans les autres est plus graduel.

Quant à la nature pétrographique des cailloux et des erratiques de cette sablière, ceux des bancs redressés étaient encore ici exclusivement d'origine méridionale. Le cordon de gravier du profil »b'' en contient plusieurs de quartzite blanche et un de granit gris, représentant avec deux autres d'un porphyre décomposé les roches scandinaves. Ces trois cailloux sont pour nous un autre motif de considérer le cordon de gravier comme à peu près horizontal en réalité, puisque les roches scandinaves n'ont nulle part été rencontrées dans les bancs redressés.

Entre Ubbergen et Nymègue, j'ai encore observé un petit profil à côté de la chaussée près de Beekmansdaal. Le versant y était mis à découvert sur une hauteur d'un mètre et montrait des couches minces et courtes de sable et de gravier, alternant souvent (pl. III, fig. 10). On ne pouvait les suivre que sur une distance d'un ou deux mètres, le gravier faisant place au sable et vice-versa.

Le profil le plus important de ce massif de sable et de gravier est certainement celui de la coupure du Chemin de fer de l'Etat près de la station de Mook. Nous croyons qu'il est superflu d'en donner une figure, tant il ressemble, sauf pour les dimensions, au petit profil sus-mentionné (pl. III, fig. 10). Il atteint une hauteur de 6 m. et montre que la colline est presque exclusivement composée d'un sable quartzeux gris-brunâtre. Les roches scandinaves n'y étaient que représentées par quelques rares cailloux de granit rouge et gris, de porphyre et de conglomérat violet. Le sable y montrait parfois une stratification oblique, dans laquelle les couches secondaires atteignaient une inclinaison de 35° dans l'un ou l'autre sens. Les cailloux les plus gros ne mesuraient que 2—3 d.m.

En général la stratification était horizontale; les couches minces de sable étant souvent interrompues par des strates de gravier longues de quelques mètres. La partie supérieure épaisse de 1,5—2 m. était encore ici sans structure et couvrait en quelques endroits de petits bassins de couches synclinales de sable ou des accumulations irrégulières de cailloux. Des erratiques subanguleux se montraient çà et là dans cette partie supérieure. La plupart ne surpassaient pas 3 d.m.; le plus grand était

un quartzite gris de 8 × 5 × 3 d.m.; les autres étaient des quartz blancs, des quartzites gris et noirs, des grès, des basaltes et des grauwackes gris-bleuâtre à cubes de pyrite si caractéristiques.

En 1884 nous avons visité une autre coupure, destinée à l'extraction de sable. Les versants montraient tantôt les couches incomplètes et horizontales du premier profil, tantôt des masses de gravier parfaitement instratifiées ou du sable à stratification oblique. L'eau qui a déposé ces différents éléments doit avoir eu un mouvement très-inégal, tantôt tranquille pour déposer les couches horizontales de sable, tantôt plus rapide pour former les couches obliques, tantôt enfin tumultueux pour entasser pêle-mêle des masses de cailloux et d'erratiques de dimensions fort différentes. L'action des glaces flottantes s'y trahit par la présence d'erratiques considérables; le plus grand, un bloc de quartzite gris, ne mesurait pas moins de 15 × 10 × 7,5 d.m.; d'autres étaient des conglomérats de quartz blanc, des grès et des grauwackes. Ici encore le Diluvium scandinave avait pour représentant un morceau de porphyre jaunâtre avec des macles d'orthose bien développés.

La bruyère située entre les deux tranchées des chemins de fer de Mook et de Clèves montre une multitude de trous à gravier. Celui-ci présente souvent une stratification irrégulière et est composé des cailloux ordinaires du D. rhénan. Cependant, en cherchant on en trouve plusieurs d'origine scandinave: des granits, des gneiss, des diorites, des micaschistes, etc, mais sans aucune trace d'action glaciaire. A côté de ceux-ci j'en ai trouvé quelques-uns du grès bien connu à Spirifères, de basalte à gros rognons d'olivine et surtout un du trachyte à sanidine si caractéristique du Drachenfels et qui n'avait pas encore été trouvé en Hollande. Cette bruyère (la „*Mookerheide*") offre en outre plusieurs preuves d'érosion dans les temps passés; on y voit des vallées sèches très-nettes qui serpentent et se ramifient; une forme même une espèce de delta sur laquelle se trouve une fortification de la guerre de 80 ans, la „*Mooker Schans*".

Le Monferland.

Au delà du Rhin et au nord de Clèves s'élève une colline isolée assez considérable qui domine les villages de 's Heerenberg, de Zeddam, de Beek et de Bas-Elten. Haut-Elten est bâti près du Rhin à la partie méridionale du plateau, au milieu duquel s'élève le monticule artificiel du Monferland. C'est surtout sur le versant oriental vis-à-vis de Deutichem,

que l'on rencontre un grand nombre de trous à gravier qui permettent de s'orienter quelque peu sur la structure de la couche superficielle de la colline. Aucune stratification n'était visible; les cailloux et les erratiques y étaient amoncelés sans ordre apparent et séparés par une certaine quantité d'un sable argileux. Ils étaient encore pour la plus grande partie d'origine méridionale: quartz blancs habituels, blocs de grauwacke bleuâtre à cubes de pyrite, basalte riche en olivine, brèches rouge-brun, variétés nombreuses de grès (entre autres le grès à Spirifères dévonien) et phyllites vertes. Les roches plutoniques y étaient rares et seulement représentées par quelques granits. Sur un monceau de gravier je ramassai un vertèbre de Squalodon, comme on en trouve dans l'argile miocène de Groenloo. Le seul point de la colline le „Hettenheuvel" où nous ayons pu découvrir un profil géologique est une petite sablière à côté de la chaussée du village de Beek à Zeddam et 's Heerenberg et dans le voisinage immédiat de la barrière. Nous reproduisons ce profil dans notre figure 16, pl. III, sur une échelle de 0,01. Il a une hauteur de 3,5 m. On y observe, outre la partie supérieure amorphe, quelques couches partielles assez régulières de sable fin bien stratifié et de gravier et des masses de sable stratifié obliquement ou formant de petites couches synclinales. Ce petit profil nous prouve que la colline a été formée en partie par l'eau courante qui y changeait souvent de direction.

A Haut-Elten, une partie de la colline à été séparée du reste par le Chemin de fer Rhénan. Le versant de cette coupure ne paraît composé que de sable. Selon Staring et von Dechen, on en a retiré quelques fragments de trachyte du „Siebengebirge".

On voit de là facilement les collines de Clèves et, comme nous l'avons vu en traitant des environs de cette ville, il est clair que ce n'est que le Rhin qui a séparé ces masses de sable et de gravier, jadis réunies. On aperçoit également les hauteurs d'Arnhem et de Dieren, et le commencement de la Vallée de l'Yssel nous paraît aussitôt devoir son origine au même agent géologique. Pourtant la partie basse entre la colline de 's Heerenberg et Arnhem n'est pas couverte uniquement d'argile fluviatile; les villages de Wehl, Didam et Beek sont bâtis sur le Zanddiluvium qui a presque le même niveau que la partie argileuse. Cependant, en suivant la chaussée de Doesburg à Deutichem, on voit facilement une différence de niveau; le Zanddiluvium y forme une véritable terrasse qui s'élève de 1 à 2 mètres au-dessus de l'argile fluviatile, sous laquelle il se retrouve partout. Assurément il s'est étendu jadis plus loin et a été érodé par le Rhin et ses différents bras. Un de ceux-ci a traversé la vallée, où s'élève Deutichem, et dans son lit coule aujourd'hui le Vieux-Yssel.

Vers le sud et vers l'ouest les masses de sable qui ont été un jour en continuité directe avec la colline de 's Heerenberg se découvrent facilement. Vers le nord en aperçoit dans le lontain à l'horizon une colline plus petite, la „Montagne" de Lochem, à une distance à peu près double de celle de Zeddam à Arnhem (25 et 15 k.m.). Il ne serait pas difficile de s'imaginer que le même agent géologique qui a produit la colline isolée de 's Heerenberg, a également formé la colline isolée de Lochem, si l'origine de la première n'était pas rendue plus évidente par son „anneau" d'argile, dont la nature fluviatile est hors de discussion. Cependant le sable quaternaire se retrouve partout sous une couche plus ou moins épaisse de cette argile, de sorte que, quand on se représente la dernière comme disparue entre la Veluwe et le Monferland, on obtient une plaine sableuse peu différente en réalité de celle qui s'étend jusqu'à la colline de Lochem, mais moins large et plus profonde, plus longuement excavée par le courant de la rivière. De même que l'argile fluviatile a rempli en partie le canal dans le Diluvium sableux, ce dernier remplit le canal plus large, plus profond et plus ancien, excavé dans le Diluvium graveleux, comme nous le verrons plus tard. Le Zanddiluvium et l'argile fluviatile nous paraissent devoir leur origine à une même cause, mais dont les effets ont été différents.

La Sablière de Wageningen.

Les collines les plus élevées, les paysages les plus pittoresques, les forêts les plus anciennes et les plus étendues des Pays-Bas se trouvent dans cette partie de la Gueldre, qui porte le nom de Veluwe. Elle constitue le massif quaternaire le plus étendu de notre patrie et a plus ou moins la forme d'un trapèze dont les quatre côtés sont formés par le Rhin, l'Yssel, la Zuiderzee et la Vallée gueldroise. En plusieurs endroits nous avons réussi à y trouver des coupures ou des versants déblayés qui nous ont permis de jeter un coup d'oeil dans l'intérieur de ce massif. Commençons par Wageningen et le versant escarpé le long du Rhin.

Dans le voisinage immédiat de cette ville, à l'extrémité de la „Montagne" de Wageningen, se trouve une sablière assez considérable, mais peu exploitée. La partie enlevée est plus ou moins rectangulaire, de sorte qu'on en peut dresser deux profils, l'un du sud au nord, l'autre de l'ouest à l'est. Ils ont une longueur de 20 et une hauteur de 19 m.

Lors de nos différentes visites, la plus grande partie en était cachée sous le talus; nous avons cependant pu en dresser la figure 12, pl. III, sur une échelle de 0,002. Nous y retrouvons nos trois éléments habituels: „gravier, sable et argile". Les deux premiers constituent la plus grande partie du profil et forment des couches incomplètes, ou plutôt des lentilles plus ou moins épaisses, qui alternent bien plus souvent et sont moins nettement séparées que ne le représente notre figure. Le sable y est tantôt fin et argileux, tantôt grossier et mêlé d'une certaine proportion de petits cailloux. Ce profil est une illustration du Diluvium lentillaire. Le sable y forme aussi deux petits bassins remplis de couches synclinales, visibles dans la partie O-E du profil. Quant aux cailloux et aux erratiques qui se trouvent dans ces lentilles et ces couches incomplètes, ils sont de nouveau presque exclusivement d'origine méridionale; le plus grand était un bloc de quartzite gris de 3 × 2 × 1 d.m.; quelques morceaux de granit rose et gris et de silex y ont aussi été trouvés sans qu'on sache s'ils viennent de la surface du sol ou de plus bas. Le troisième élément du profil, l'argile, est le moins important quant à la masse, mais de beaucoup le plus intéressant. Il forme dans la partie inférieure et moyenne du profil plusieurs lentilles plus ou moins allongées qui paraissent s'être formées de la manière ordinaire; „déposition du matériel suspendu dans l'eau. Dans le gravier supérieur de la partie S-N, nous avons aussi observé quelques masses plus arrondies, ou plutôt des nodules, de la grandeur d'un poing. En brisant une de celles-ci (a) nous y avons trouvé une petite Rhynchonella, silicifiée, intacte et magnifiquement conservée (pl. V, fig. 1). Il est clair que cette nodule doit avoir été transportée en son entier, probablement dans l'état gelé, comme un vrai erratique et ne peut pas avoir été soumise à une pression de quelque importance.

M. Von Suttner de Munich a eu l'obligeance de la comparer pour moi avec les Rhynchonelles du musée paléontologique de l'Académie des Sciences et l'a trouvée identique avec la Rhynchonella Thurmanni. Voltz L'état de conservation, la couleur et surtout le matériel adhérent, une argile sableuse brun-jaunâtre, étaient parfaitement identiques avec les exemplaires de cette espèce de Vieil-Saint-Remy dans le Département des Ardennes.

L'ouvrage fondamental sur la géologie de ce département est: „Sauvage et Buvignier, Statistique minéralogique et géologique du Département des Ardennes. Mezières, 1842". Les auteurs y partagent la Formation jurassique en deux terrains, dont le premier est le terrain liasique; le second, le Terrain jurassique, est partagé en trois étages. L'étage inférieur correspond à la Formation jurassique moyenne ou brune, les étages moyen

et supérieur constituent ensemble le Jura supérieur ou blanc. Il n'y a que l'étage moyen, l'équivalent de l'Oxfordien et du Corallien de d'Orbigny, qui nous intéresse ici. S. & B. y distinguent deux groupes; le groupe inférieur est l'équivalent de l'Oxfordien; le supérieur, du Corallien. Le premier embrasse trois sous-groupes, savoir: 1° la Marne inférieure, 2°. la Marne moyenne avec le calcaire marneux et des roches siliceuses et 3°. l'Oolithe ferrugineuse avec la marne supérieure.

Or, notre Rhynchonella Thurmanni se rencontre dans les deux derniers sous-groupes.

La Marne moyenne est surtout fossilifère dans sa partie supérieure qui est un calcaire siliceux très-dur, composé d'un mélange de petits cristaux de calcite et de quartz. Les coquilles y sont tapissées à l'intérieur d'un grand nombre de petits cristaux de quartz, de sorte que les plus grandes sont devenues de véritables géodes.

Le troisième sous-groupe: „l'Oolithe ferrugineuse et la marne supérieure" a une épaisseur moins considérable; la partie qui est le plus riche en fossiles se compose dans le voisinage de Vieil-Saint-Remy d'une couche d'argile épaisse de 2 à 3 m., contenant du limonite en petits grains de la grandeur d'une tête d'épingle et remplie de fossiles silicifiés. Cette argile s'étend encore vers l'ouest de l'endroit sus-nommé.

De ces deux gîtes de la Rhynchonella Thurmanni, nous pouvons considérer sans danger le second comme le gîte primitif de notre petite coquille. Elle était renfermée dans une argile tout à fait semblable à celle des véritables fossiles de Vieil-Saint-Remy et, dans son intérieur on n'aperçoit rien du tapis de cristaux de quartz, si caractéristique pour les fossiles dérivés de la Marne moyenne. Il est difficile de constater avec certitude si notre coquille est dérivée réellement de l'endroit sus-nommé; nous serions plutôt porté à chercher son gîte primitif un peu plus à l'orient, où l'Oolithe ferrugineuse entre décidément dans le bassin hydrographique de la Meuse. L'affluent le plus proche de V. S. R. est la Vence, qui se jette dans la Meuse près de Mohon. La ligne de séparation des bassins hydrographiques de la Meuse et de l'Aisne se rapproche beaucoup de V. S. R. et coupe la bande d'Oolithe ferrugineuse un peu à l'est de cet endroit. Sans doute cette ligne a subi des modifications depuis la première partie de l'Epoque quaternaire, dans laquelle nous plaçons la formation des graviers de Wageningen, et c'est beaucoup hasarder que de se prononcer sur son cours dans les périodes géologiques antérieures. En tout cas nous croyons avoir démontré que notre Rhynchonella Thurmanni provient du gîte de V. S. R. même, ou du moins d'une ar-

gile identique située peut-être un peu plus à l'orient. Cette argile appartient à l'étage Oxfordien ou au Jura blanc inférieur.

Revenons, après cette diversion stratigraphique, de France en Hollande et à notre sablière de Wageningen. Quoique la plus grande partie du gravier et du sable y ait été charrié par le Rhin, la coopération des eaux de la Meuse est incontestable et prouvée par notre Rhynchonella, et nous ne voyons aucune raison pour ne pas admettre que des matériaux n'aient pas été apportés encore plus au nord par cette rivière.

A une centaine de mètres a l'est de la sablière décrite s'en trouve une autre, dont le profil ne présente que du sable fin, gris-blanchâtre; il est finement stratifié et ses couches sont réunies en bancs de 1,5 à 2 d.m. d'épaisseur. Ces bancs semblent être légèrement inclinés vers l'ouest et disparaissent peut-être sous le profil précédent.

Environs d'Arnhem.

Après avoir visité les sablières de Wageningen, nous avons longé tout le versant escarpé de la Veluwe jusqu'à Arnhem, dans l'espoir d'y découvrir un profil. Le versant du plateau est entièrement composé de sable, mêlé quelquefois de gravier. A côté de la route on voit çà et là des erratiques provenant sans doute des champs cultivés, d'où les paysans les ont éloignés. Il n'y a que la colline le „Duno" près du village d'Oosterbeek qui montre son intérieur. Le versant méridional, en face du Rhin, est en partie vertical et se compose d'un sable extrêmement fin, argileux et très-compact. La couleur en est d'un brun jaunâtre, de sorte qu'il ressemble fort au *löss*, dont il diffère cependant par son effervescense très-faible avec l'acide chlorhydrique. Ce n'est donc que le „*Zavelgrond*" de Staring qui forme une partie du sol de la Veluwe et est célèbre par les magnifiques bouleaux qu'il porte et auxquels il emprunte aussi le nom de „*Boekengrond*" ou Terre à Bouleaux.

Du Duno à Arnhem, aucun profil géologique ne s'est présenté à nos recherches.

Non loin de cette ville il y a eu autrefois une excellente occasion d'étudier la structure intérieure de notre Diluvium dans la grande tranchée du chemin de fer à Wolfheze. Malheureusement, le talus en est entièrement couvert de bruyère, de sorte qu'actuellement rien n'y est visible. Cependant en 1874 elle était encore en exploitation, lors de la visite de Berendt & Meyn, qui en ont fait une petite figure. Nous l'avons reproduite dans la fig. 8, pl. IV et renvoyons pour les particularités à

l'introduction de ce travail. Nous ne l'avons guère comprise; il nous semble pourtant que les bancs redressés sont representés dans la partie gauche du profil et notre couche amorphe par les chiffres 1 et 2. Les couches horizontales 4 etc. reposeraient ainsi en discordance sur 5 et nous nous attendrions à retrouver dans les premières le Diluvium entremêlé. Cependant les deux auteurs déclarent formellement n'y avoir trouvé que des blocs méridionaux. L'explication entière de cette figure et des chiffres est tellement incomplète que nous n'osons en tirer des conclusions.

A l'est de la ville d'Arnhem, Staring a peut-être eu la chance de découvrir les bancs redressés. Il parle du moins (B. v. N. II, pag. 58) de la présence d'une plaque de grès (sable cimenté par l'h droxyde ferrique), inclinée sous un angle de 54° et dirigée du sud-est au nord-ouest. Elle avait une longueur de 50 m. et couvrait le versant d'une glaisière, appel'e le „Hertengat" (Trou aux Cerfs), non loin de Terlet (Rozendaal). Nous ne croyons pas trop risquer à reconnaître dans cette glaise et dans ce sable durci la trace de nos bancs redressés.

Cette partie de la Veluwe présente une série de petites vallées d'érosion très-distinctes, dont la plus grande, celle du Ruisseau de Heelsum contient encore de l'eau courante; les autres, entre Terlet et Dieren, sont desséchées.

Le hameau de Hoenderloo, se trouve à 13 k.m. au S. S. O. du village d'Apeldoorn Vers 1860 on a déjà essayé d'exploiter l'argile qu'on y trouve pour en faire des briques; ces tentatives ont été reprises vers 1881 et 1882. Le plus grand des trous, qu'on y a creusés, permet de distinguer la succession des couches. On y voit (pl. III, fig. 13) d'abord une argile grise, épaisse de $1\frac{1}{2}$ m. (minimum) qui est devenue rouge en haut par l'infiltration de l'eau météorique. Or, cette couche rouge n'est pas le plus épaisse là où elle est le plus près de l'oxygène de l'air; au contraire, elle n'y a qu'une épaisseur de 1 d.m. contre 5 d.m. à la base du profil. Cette argile est couverte d'un cordon de cailloux, auquel en succèdent deux autres pareils, qui sont séparés par un sable fin, stratifié horizontalement et recouvert d'un sable mêlé de gravier. La paroi S. E.—N. O., perpendiculaire à la première, n'est qu'incomplètement visible, mais montre cependant les deux cordons supérieurs de gravier qui y sont horizontaux. Il est donc très-probable que nous avons de nouveau ici une indication évidente des bancs redressés. Le sable susmentionné serait alors stratifié obliquement en réalité et ne présenterait des couches horizontales qu'à la suite du redressement des bancs en leur entier. Ceux-ci seraient ainsi orientés du S. E. au N. O.

Forage d'Arnhem.

Dans l'année 1885 on a exécuté dans cette ville un forage assez profond dont nous n'avons malheureusement pu examiner nous-même que quelques débris de coquilles, tout le reste ayant été jeté. On a cependant dressé une liste des terrains, à laquelle nous empruntons quelques données pour fixer l'épaisseur du Diluvium entremêlé sous cette ville. D'après cette liste on a pu distinguer 53 espèces de terrain (couches ?) que nous pouvons réunir en deux groupes (Note sur le Forage d'Arnhem, Bulletin des Séances Soc. Mal. Belg. 6 Mars 1886). De la surface (15 m. + A. P.) jusqu'à 86 m. de profondeur on a traversé une série de sables et d'argiles, dont les premiers sont colorés en jaune, brun ou rouge par l'hydroxyde de fer; parfois le sable est „bleu" (à l'état humide) et ainsi privé de composés ferriques; quelquefois aussi il est graveleux. Il alterne avec cinq couches d'argile bleue qui ne contient donc du fer qu'à l'état d'oxydule. Un sable gris ne se rencontre que très-rarement.

Entre 86 et 151 m. c'est justement le contraire; presque tout le sable est gris, tantôt clair, tantôt foncé; tantôt fin, tantôt grossier. Les éléments grossiers se rencontrent à la partie supérieure, à 90 m. Quatre masses ou couches d'argile bleue sont intercalées dans le sable gris. Des coquilles ont été rencontrées à 100, 139, 142, 145 et 151 m. de profondeur. Comme de coutume, elles ont été jetées, à l'exception de quelques fragments trouvés à 145 m. C'étaient des Cardium edule, Mya arenaria et des Pectunculus glycimeris avec un fragment d'une grande Pecten (?) et quelques morceaux de bois. Or, toutes trois se rencontrent dans le Red Crag ou le Scaldisien, la première et la troisième aussi dans le Diestien et le Coralline Crag. C'est pourquoi nous considérons le „*sable gris*" entre 86 et 151 m. comme la partie supérieure du Pliocène, et le reste comme Quaternaire. La majeure partie de ces 86 mètres est probablement du Diluvium rhénan; la liste seule des terrains ne saurait décider cette question. A Arnhem et à Goes, le Scaldisien est donc composé d'un sable gris (glauconifère ?), à Utrecht et à Gorkum d'un sable quartzeux ordinaire, ce qui mérite bien d'attirer l'attention.

Coupure d'Assel.

Un profil important est visible dans une quatrième coupure de chemin de fer, de l'„*Oosterspoorweg*" à la halte d'Assel, à l'ouest d'Apeldoorn. C'est la partie la plus étroite de la Veluwe, qui est traversée dans deux coupures, dont l'orientale est la plus longue, mais entièrement couverte de bruyère; l'occidentale est encore en partie à découvert. La longueur de la partie la plus importante du profil est de 140 m. En allant de l'ouest à l'est, on ne voit d'abord au-dessus du talus que du sable et du gravier stratifiés horizontalement, à l'exception de nouveau de la partie supérieure, qui contient cependant encore un cordon horizontal de cailloux, reste de la stratification originale.

Comme d'ordinaire, les couches de sable et de gravier ne sont pas parfaitement horizontales, mais quelquefois un peu inclinées ou ondulées, ou bien l'un des éléments se développe aux dépens de l'autre. En tout cas, la disposition originale n'a pas subi de changement. Les cailloux, dont quelques-uns atteignent une dimension de 2 d.m. et deviennent ainsi des erratiques, sont encore des quartzites de différentes couleurs et des limonites; un fragment de silex, un grès violet et un morceau de porphyre représentent le Diluvium scandinave.

Cette partie horizontale se continue sans interruption dans la seconde, représentée dans la figure 12 (pl. II), sur une échelle de 1 : 300. La longueur en est de 140 m. et la hauteur va en diminuant de 12 m. (près de la lettre A) à 9,8 m. (près de la lettre B). Les lignes verticales avec les chiffres 369 et 370 représentent deux piles de télégraphe, portant ces nombres. On voit dans le profil le même sable fin et stratifié, entremêlé de quelques cailloux, quitter peu à peu la position horizontale; les couches se redressent et deviennent enfin verticales. Au-dessus de la lettre C on aperçoit un plan de dislocation, nettement limité, avec quelques couches de gravier, auxquelles succède de nouveau le sable finement stratifié. La partie laissée en blanc représente de nouveau le talus, qui permet d'entrevoir de temps à autre de petites parties des couches redressées. Le chiffre 4 représente partout un gravier plus ou moins grossier, 3, le sable fin et stratifié, 5, une argile de couleur variable, plus ou moins sableuse, qui forme des couches véritables ou des lentilles. En quelques endroits le sable est traversé de plaques durcies par l'hydroxyde ferrique, qui sont parfois horizontale ou forment une espèce de réseau. La partie orientale du profil montre les bancs redressés qui quittent graduellement leur position verticale et dont les sommets sont

de nouveau recourbés, mais ne forment que des queues d'une longueur insignifiante et dirigées vers l'est. A l'extrémité orientale ces couches ont une inclinaison assez faible et semblent redevenir horizontales à une certaine distance.

La hauteur de la coupure diminue, jusqu'à ceque le niveau du chemin de fer soit redevenu la surface générale du sol à la halte d'Assel. Bientôt pourtant le sol s'élève de nouveau et le chemin de fer entre dans une nouvelle coupure beaucoup plus longue, dont le versant est couvert d'une bruyère épaisse. Nous n'avons pu obtenir la-dessus que des renseignements superficiels. „Tout n'était que du sable", etc. Pourtant en parcourant cette coupure on voit à côté des rails et à des distances inégales 6 ou 7 monceaux d'argile, qui ont aussi leur histoire. Un hiver fort pluvieux (1880?) une gelée subite causa une série d'inégalités par suite de l'expansion de l'argile trempée, de sorte que le passage des trains devint dangereux. Un certain nombre de paysans fut mis aussitôt à l'ouvrage et on réussit en une nuit à éloigner l'argile et à la remplacer par du sable qui ne se dilate point par la gelée. Chacun de ces monceaux d'argile représente ainsi une masse qui se trouvait originellement sous les rails. Aussi, en écartant çà et là la bruyère du versant, on voit que le sol y est argileux en certains endroits. Nous avons probablement ici encore nos bancs redressés, dont plusieurs sont composés d'argile.

Le Nord de la Veluwe.

A quelques kilomètres au nord-ouest d'Assel nous avons levé deux petits profils, dans le voisinage du curieux „Uddelermeer".

Le premier fut trouvé sur la bruyère plate, appelé „Uddelerveld", au S. E. de l'étang sus-nommé et est reproduit dans la figure 14, pl. III. Il a rapport à une petite gravière, trou quadrangulaire dont trois des faces verticales sont bien conservées. On y découvre à première vue la structure lentillaire, comme nous l'avons déjà trouvée à Wageningen. 1 est un sable fin, gris, mêlé çà et là de petits cailloux, 2, un sable plus grossier mêlé de gravier; 3, un gravier, montrant quelque stratification; 4, un sable grossier sans gravier, mais bien stratifié et peu différent de 2; 5, un sable stratifié indistinctement et 6, une masse de gravier très-grossier dont les élément ont parfois 3 à 4 c.m. de diamètre.

Une petite sablière sur le bord septentrional du même étang ne montre que différentes espèces de sable en couches parfaitement horizontales.

Nous en avons reproduit le profil dans la figure 15, pl. III. Il n'a qu'une hauteur de 3 m.; mais il se continue sans changement notable sur une distance d'une vingtaine de mètres. On y distingue d'abord la couche végétale, composée de sable avec de rares cailloux (1), puis un sable fin, jaunâtre, non-stratifié (2), avec quelques cordons de cailloux qui ont jusqu'à 2 c.m. de diamètre; 1 et 2 ne forment probablement encore qu'une seule couche. 3 Est un sable jaunâtre et très-fin comme le précédent, mais bien stratifié, il contient également un peu de gravier; 4 est un sable plus grossier, un peu argileux. Les couches en sont parfois un peu irrégulières et moins prononcées que dans le sable 3.

La partie septentrionale de la Veluwe entre Heerde, Elburg et Hattem possède une quantité de gravières creusées pour l'entretien des chaussées des environs. On en trouve d'abord au N. E. et non loin de la station de Wezep du Chemin de fer Central. La majeure partie des cailloux dispersés sur la bruyère est d'origine méridionale, les erratiques scandinaves, blocs subangulaires, parfois polis, de granit, de gneiss, etc., se rencontrent plus rarement. Aussi les trous à gravier, contiennent-ils presqu'exclusivement des quartz blancs, quartzites, grauwackes, etc. Il paraît donc exister une certaine séparation entre les cailloux d'origine si différente, supposition qui est appuyée par l'inspection des monceaux de cailloux le long des routes. Les uns se composent de cailloux arrondis assez petits et intacts, qu'on a seulement creusés et triés et qui sont presqu'exclusivement d'origine méridionale. D'autres monceaux s'en distinguent aussitôt par leur aspect plus foncé et plus bigarré; on voit qu'ils se composent en grande partie de *fragments* de cailloux et d'erratiques d'origine mixte. On y découvre des granits, des diorites, des porphyres, des silex noirs sans bryozoaires et des silex jaunes ou gris qui en contiennent, ainsi que des quartz et des quartzites, des grauwackes, des phyllites, des basaltes. Si nous nous souvenons de ce que nous avons vu ailleurs, nous voyons ici une nouvelle preuve que la masse principale, le noyau de la Veluwe, est composée de Diluvium rhénan, tandisque seulement une pellicule assez mince et interrompue appartient au Diluvium mixte.

Dans quelques fosses à gravier de la „Woldbergsche Heide" entre Epe et Elburg, on peut se convaincre de l'absence presque totale de stratification; le gravier, le sable plus ou moins argileux y forment des masses extrêmement irrégulières. Ailleurs, p. e. dans la grande fosse à fumier du Camp d'Oldebroek, ainsi presque sur le sommet de la colline, on observe des couches de sable, etc. assez régulières. Le même phénomène que nous avons constaté près du „Lac d'Uddel" se répète donc ici où

nous trouvons l'une près de l'autre, une stratification assez nette, une structure lenticulaire et une absence de stratification.

La forme des collines est assez régulière dans cette partie de la Gueldre; on voit plusieurs crêtes orientées du N. E. au S. O., séparées par des vallons parallèles. On y découvre aussi sans peine plusieurs rainures, formées évidemment par l'eau des averses et de la neige fondante.

Non loin de là, entre les villages de Wezep et de Heerde, se trouvent plusieurs trous, d'où l'on extrait une glaise gris jaunâtre qui est recouverte de sable et de gravier instratifié. Ces trous se trouvent tous sur une ligne orientée du S 60° O au N 60° E. Nous avons probablement encore ici un banc redressé, orienté dans la même direction. Cette hypothèse est comme prouvée par une grande fosse à argile de la colline de „Philipsberg" au S. S. E. de la station de Wezep. La figure 13, pl. II, en représente, sur une de échelle de 1 : 50, la paroi la mieux dirigée de l'est à l'ouest.

Sa longueur est de 6 m., sa hauteur de 1,75 m. La partie supérieure est d'abord une couche de 3 d.m. d'épaisseur de sable mêlé de gravier, instratifié et coloré en noir par la terre végétale. Elle recouvre une partie de l'argile, également amorphe et épaisse de 6 d.m. L'action de la gelée qui a fait disparaître toute structure s'est ainsi étendue jusqu'à 1 m. de profondeur; peut-être avons-nous ici une mesure de l'intensité du froid qui a produit cet effet. Le reste du profil est presqu'exclusivement composé d'une argile, qui montre encore sa stratification originale par des couches minces intercalées de sable, indiquées par un astérisque. L'argile elle-même est aussi divisée en couches de couleur différente, brune et gris clair, etc. Elles alternent assez souvent et sont courbées et entortillées; leur inclinaison générale paraît être vers le S. E. Notre figure ne représente que les entortillements essentiels; ils sont en réalité plus nombreux. Vers le milieu du profil on voit une ligne oblique, une fente de dislocation. Les faux-plis de l'argile sont différents sur les deux côtés. Une seconde ligne oblique, qui repose sur la dernière, est une couche très-mince, non pliée, d'une argile gris-clair, au-dessus de laquelle les petites couches de glaise sont plus épaisses et moins entortillées qu'au-dessous. Le troisième élément du Quaternaire, celui qui contient les bancs redressés, est donc également représenté dans cette partie de la Veluwe. Nous ne saurions cependant prononcer une opinion sur la partie supérieure de ces bancs, et décider si l'on pourrait comparer la partie moins inclinée aux *queues* remarquables de Maarn et de Reenen ou si l'on a à faire ici à un autre phénomène.

Chapitre II. **Le Diluvium entremêlé à l'est de l'IJssel.**

Les Environs d'Eibergen.

La ville de Groenloo et les villages d'Eibergen et de Winterswijk, connus dans la géologie par la présence de la Formation miocène, sont situés sur un terrain très peu accidenté. On se convainc cependant facilement que ces petites élévations du sol sont toutes constituées par le Diluvium graveleux et que les parties basses et plates qui les entourent ne montrent que du sable fin. Entre Eibergen et Groenloo serpente le „Slingerbeek" cause évidente de la séparation des collines de ces deux endroits.

Eibergen est bâti à l'extrémité septentrionale d'une de ces élévations. Les roches scandinaves y sont comparativement plus abondantes que plus près de l'IJssel; nous avons trouvé parmi elles un diorite et un grès très bien polis et striés. Elles sont accompagnées de roches rhénanes plus nombreuses, entre autres de grès gris et blancs et de beaucoup de ces grauwackes si typiques par les cristaux de pyrite ou du moins par les cavités cubiques qui les ont contenus. Nous voyons encore ici que la dispersion des roches septentrionales dans le Diluvium entremêlé est très irrégulière, qu'on les rencontre localement en assez grand nombre et qu'elles manquent presque entièrement à un endroit peu éloigné, qu'on serait ainsi tenté de mettre dans le Diluvium rhénan.

Un peu plus au sud encore on peut observer l'irrégularité à l'égard de la dimension des erratiques. Près d'Eibergen et de Groenloo ils ne dépassent pas 1 d.m., mais à environ 3 k.m. au sud de Lichtenvoorde on a trouvé vers 1866, un erratique assez considérable, que les habitants de ce village ont mis sur leur petit marché avec l'intention d'y placer la statue de quelque homme célèbre. Il mesurait 2, 5 × 1, 5 × 1, 75. m. C'était un granit assez grossier à feldspath couleur de chair et à quartz blanchâtre. Il était arrondi partout excepté à la face supérieure qui était plate.

Dans cette même contrée nous avons eu une excellente occasion de dresser deux profils démontrant la constitution de la partie supérieure du sol. C'était dans le „Ballastveld" près d'Eibergen, gravière étendue, exploitée par le Chemin de fer secondaire. Les parois ont une hauteur de 3 m., et permettent d'examiner la composition du sol. On n'y voit presque pas d'argile, mais seulement du sable et du gravier; ce dernier occupe généralement la position supérieure, mais alterne assez souvent avec le sable. En général, la paroi présente des couches plus ou moins

régulières; parfois le sable monte jusqu'à la surface, parfois le gravier descend jusqu'au fond de l'excavation. Le sable est souvent stratifié obliquement, du nord au sud ou en sens inverse, et alors on voit quelquefois une discordance entre le sable et le gravier qui le recouvre. Il n'en est pas partout ainsi, car en suivant le profil du N. au S. on découvre quelques disturbations, des traces d'entortillements des couches, qui deviennent de plus en plus fortes jusqu'au profil que représente notre fig. 1, pl. IV, sur une échelle de 1 : 50. Le chiffre 1 a rapport à un sable argileux, stratifié et formant une masse irrégulière; 2 est un gravier instratifié; 3, un gravier bien stratifié qui contient des erratiques à sa base; 4 est notre couche sableuse et amorphe, et 5, le sable brun-grisâtre sus-mentionné. Il a encore conservé sa stratification originale à la base; mais la plus grande partie montre les disturbations et les entortillements si caractéristiques du *Contorted Drift*. Les petites couches sont toutes abrasées à leur partie supérieure.

Ce profil donne encore lieu à une observation. Supposons toute la partie graveleuse érodée, de sorte qu'il ne reste que la partie sableuse, il sera très-difficile de décider si ce sable appartient au „Diluvium préglacial", comme dans notre cas, ou au „Zanddiluvium" ou „Diluvium postglacial". Nous avons fait une remarque semblable en traitant de la tranchée de Reenen. Le „Heymenberg" et la partie supérieure du „Laarsche Berg" sont composés d'un sable assez fin, qui appartient par les quelques cailloux et erratiques scandinaves qu'il contient au „Diluvium glacial stratifié", donc au „Diluvium graveleux" et non au „Diluvium sableux". Il est ainsi très problable que le „Zanddiluvium" de la carte géologique de Staring contient des éléments hétérogènes, comme nous l'avons déjà remarqué à Goch. Nous serions porté à transporter une partie du sable des environs de Groenloo et d'Eibergen de cette dernière division géologique dans le „Diluvium préglacial" qui est beaucoup plus ancien.

Une douzaine de mètres au sud du profil sus-mentionné, nous en avons relevé un second qui possède des marques encore plus caractéristiques de l'action de la glace scandinave. Il est dessiné sur une échelle de 1 : 50 (pl. IV, fig. 2) et contient les mêmes éléments que le profil précédent, mais il s'en joint un nouveau, l'argile sableuse (6), mêlée de cailloux, qui se trouve entre le sable et le gravier et a été soumise aux mêmes actions disturbantes que ces derniers. Tout le gravier de ce profil n'est probablement pas du même âge; il est en partie glacial, a précédé l'approche du glacier scandinave, et en partie, l'équivalent de la *moraine inférieure* et a été déposé durant la présence de cette masse de glace. En suivant la paroi vers le sud, les entortillements disparaissent de nouveau, la

glaise devient plus épaisse, contient des erratiques et est ainsi le véritable *Geschiebelehm*. Le sable graveleux supérieur (4) aussi devient amorphe, quoiqu'il appartienne sans contredit à la *moraine inférieure*. Çà et là les entortillements réapparaissent pour un moment, mais sans aucune régularité, pour faire place définitivement au sable et gravier stratifiés. Ce dernier est glacial pour la majeure partie, puisqu'il renferme à sa base des erratiques scandinaves; en général il est incliné vers le N. O.

On a trouvé dans ce gravier quelques moules de Pecten en grès, originaires du Crétacé de la Westphalie occidentale. Non loin de Winterswijk, à Oedink, on a trouvé un autre erratique organique, un bel exemplaire de l'Astylospongia praemorsa, originaire du Silurien de la Mer Baltique. C'est, croyons-nous, la trouvaille la plus méridionale de ce fossile. De l'autre côté de Winterswijk, dans les briqueteries autour du hameau de Miste, on aperçoit facilement comment l'argile noire miocène a été changée en *boulder-clay* dans sa partie supérieure (1 m.) et est remplie de cailloux et d'erratiques. Un peu plus loin au sud-est, entre Burlo et Rheden, nous avons trouvé sur le sol deux erratiques de grès jaunâtre avec un poli et des stries superbes. D'ailleurs des traces de la *moraine inférieure* se présentent encore plus au sud, car en visitant le village de Dingden, entre Bocholt et Wesel, nous avons remarqué un grand nombre d'erratiques de granit, etc. qui avaient jusqu'à 3 et 4 d.m. de diamètre. En parcourant la vaste bruyère du „Dingdener Berg", nous en avons vu sur le sol un grand nombre, parmi lesquels deux portaient encore le lustre et les stries glaciaires très distincts. Les silex de couleurs claires étaient abondants. Cette colline nous semble encore ici n'être qu'un reste isolé d'un plateau jadis beaucoup plus étendu. Le noyau en est le même que de celles des environs d'Eibergen: c'est l'argile noire micacée de la Formation miocène.

D'autres marques évidentes de l'érosion sont visibles à mi-chemin entre Groenloo et Vreden, un peu au-delà du hameau d'Ellewieck, où la Berkel s'est creusé un passage étroit et profond; il en est de même tout près d'Eibergen. La Berkel a encore contribué à l'isolement de la colline de Neede („Needsche-Berg") au nord-ouest d'Eibergen. Les glaisières de deux briqueteries permettent de jeter un coup d'oeil dans son intérieur. Dans une d'elles nous avons pu dessiner le profil de la fig. 5, pl. IV. On y observe plusieurs bancs redressés de glaise, inclinés vers le N. E., dont les têtes sont un peu recourbées vers le S. O. La glaise est tantôt grasse, tantôt sableuse, brun-foncé (4), gris-clair (6) ou bleuâtre (7), quelquefois micacée ou contenant des traces de fragments de coquilles (e. a. d'une Natica), des morceaux de bois

et de feuilles. Elle est recouverte par un sable stratifié irrégulièrement (3) et mêlé de cailloux. A côté de ce profil principal s'en trouve un second plus petit et perpendiculaire sur le premier qui montre principalement le sable graveleux stratifié. Malgré les restes de coquilles qui sont indéterminables, nous ne croyons pas avoir à faire ici à la glaise miocène d'Eibergen, etc., mais à des couches du „Quaternaire préglacial" qui doivent leur origine à des masses détruites de glaise miocène, d'où les restes de mollusques seraient alors également dérivés. Le banc mince 9, une glaise brune, forme une queue très-distincte qu'on peut suivre sur une distance de 2 m.; la glaise maigre 8 et 10 arrive assez près de la surface où elle contient un certain nombre de cailloux et d'erratiques. La partie inférieure est entièrement privée d'erratiques, de sorte que ceux du sommet y ont été introduits après le relèvement de ces bancs. Nous verrons plus loin que ce fait n'est pas encore une preuve absolue de la présence de la *m. i.*, mais qu'une autre solution est aussi possible.

La seconde briqueterie offre également dans sa glaisière un petit profil. La surface de la glaise y est irrégulière; elle forme des bancs d'une constitution variable; la glaise bleu-clair surtout y est bien développée et contient une quantité assez considérable de morceaux de bois.

Lochem, Markeloo, Delden.

Staring fait plusieurs fois mention de la colline de Lochem, sans cependant donner des détails sur sa structure. Il dit dans le premier volume de son principal ouvrage (pag. 315): „Une hauteur aussi considérable est apparemment propre à ces collines du Diluvium, qui s'élèvent isolées en rase campagne, comme le „Lemelerberg" dans la province d'Overijssel et le „Lochemerberg" et l'„Eltenberg" dans le comté de Zutfen." On peut se demander si Staring aurait pressenti que cette hauteur n'est qu'apparente et qu'elle n'est en réalité que la conséquence naturelle d'une érosion prolongée. Mais comme il ne se prononce nulle part dans ce sens, l'origine de ces collines sera restée une énigme pour lui. Dans le second volume (pag. 65), il parle de la présence des dépots d'argile irréguliers, qu'il a aussi rencontrés ailleurs, ce qui nous rendit très-probable la présence des bancs redressés (ou lentilles), tels que nous les avons trouvés à Maarn, à Reenen, etc. Plus loin (pag. 88) il fait mention de la présence de nombreuses nodules de limonite, comme on en a aussi trouvé dans le puits de Zeist. Il en cherche l'origine dans le terrain

à lignites de la Formation oligocène, ainsi que dans la Formation carbonifère. A la page 90 il mentionne des trouvailles d'Echinides de la Formation crétacée, qui n'auraient pas été trouvées au sud de cette colline. Nous en possédons pourtant quelques-unes des environs d'Eibergen.

Après Staring, c'est M. Martin seul qui cite dans son opuscule (pag. 6) des fossiles siluriens bien déterminables trouvés dans cette colline à une profondeur de 5,75 m. et mêlés à d'autres d'âges jurassique et crétacé. Ceci paraît d'abord être en contradiction avec la règle que nous avons trouvée partout, que le Diluvium entremêlé n'est qu'une mince couche reposant sur le Diluvium rhénan. Cependant nous avons observé qu'à Reenen et à Maarn, ce dernier a été parfois érodé jusqu'à une profondeur assez considérable (11—20 m.) et que la cavité produite a été ensuite remplie par du sable et des cailloux mixtes. Nous avons probablement un fait analogue sur le Lochemerberg qui ne serait ainsi nullement en contradiction avec la règle que nous avons trouvée.

Les observations que nous avons pu faire nous-même sont peu importantes. La colline elle-même est parfaitement isolée et ressemble beaucoup à celle de 's Heerenberg, aussi quant à la composition pétrographique du gravier qu'on y trouve. Il est pour la plus grande partie d'origine méridionale et se compose de grès dévonien à Spirifères, de nodules de limonite, de différentes sortes de grès noir plus ou moins grossier et de basalte; le quartz blanc en forme la majorité, le granit y est très rare. Aucun des trous à gravier ne permettait de s'orienter sur la disposition des éléments du sol.

Sur le versant occidental de la colline se trouve cependant une sablière, dans laquelle on peut facilement constater la présence des couches redressées de gravier et de sable. Elles sont inclinées vers le sud-ouest sous un angle de 35°, davantage vers le sommet et recourbées ensuite vers l'ouest. Un bloc de granit de 8 × 6 × 4 d m. et deux plus petits de gneiss et de porphyre gris-verdâtre couchés sur le sol étaient les seuls représentants des roches scandinaves.

En continuant notre route au nord, nous traversons une plaine de „Zanddiluvium" pour voir de nouveau le terrain s'eléver assez considérablement et former une colline très étendue entre Markeloo, Holten, Haarle, Hellendoorn, Nyverdal et Ryssen.

Ici la carte de Staring n'est pas tout à fait correcte, car à Diepenheim ne se trouve pas une petite colline isolée de Diluvium entremêlé, mais un prolongement de la colline de Markeloo. Elle contiendrait, selon Staring, de l'argile, à côté de chaussée de Lochem. Nous l'avons retrouvée tout près de la station de Markeloo dans une grande briqueterie avec plusieurs

glaisières profondes d'environ 2 mètres. On y voit une glaise sableuse jaunâtre, contenant beaucoup d'erratiques scandinaves, souvent très bien polis et striés, de sorte qu'on peut admettre comme démontrée la présence de la *m. i.* De temps à autre les ouvriers y trouvent des morceaux de succin.

Les champs de la colline de Markeloo et de Herike contiennent les mêmes erratiques, que les paysans ont déposés en grand nombre le long des routes; ils deviennent pourtant plus rares à mesure qu'on monte sur la colline. Le village sus-mentionné est bâti à sa base et dans une vallée d'érosion assez étroite, qui la sépare de la grande colline de Rijssen-Holten-Haarle.

La partie la plus élevée de la colline de Markeloo possède, près de la route de Goor, plusieurs glaisières profondes de 18 et 20 mètres, mais entièrement sèches. Elles sont en forme d'entonnoir et ressemblent ainsi à de petits cratères. Le versant s'était écroulé pour la majeure partie; mais la paroi orientale de l'une d'elles était encore assez bien conservée pour en dessiner un profil (pl. IV, fig. 6) sur une échelle de 1 : 300. La moitié inférieure en est argileuse, la moitié supérieure sableuse; peut-être avons nous ici les Formations miocène et quaternaire en contact visible; cependant nous voulons considérer provisoirement l'argile comme quaternaire aussi, de même qu'à Neede. 8 Représente une glaise bleu-noirâtre un peu micacée, qui renferme çà et là des plaques blanches de coquilles pulvérisées, dont la détermination même générique est impossible, sauf pour un fragment de Natica. 7 Est une argile feuilletée de la même couleur, mais riche en débris végétaux: feuilles très fragiles et morceaux de bois plus solides; on y découvre également des débris de coquilles. 6 Est une argile bleu-clair et 5 une glaise jaune-brunâtre, produite par la décomposition des couches subjacentes. On n'y observe point de débris de coquilles, mais au contraire un grand nombre de ces concrétions de calcaire caractéristiques, appelés „*Lössmännchen*" par les Allemands. Leur mode de formation est ainsi très clair.

La moitié supérieure du profil ne renferme que quelques lentilles de glaise (4) et est composée d'un sable non-stratifié (3) à plaques ferrugineuses irrégulières, d'un sable grossier, graveleux (2) non-stratifié ou stratifié obliquement et d'un sable fin (1) bien-stratifié, parfois obliquement.

D'après Staring (l. c. II. pag. 83) on aurait trouvé autrefois dans les collines de Markeloo et de Herike beaucoup d'ossements de cétacés, de dents de requins et de moules de coquilles, mais ils auraient été trop roulés et trop usés pour les déterminer spécifiquement. Cette circonstance

est un argument en faveur de l'âge quaternaire de la glaise de ces collines et de la dérivation de ces fossiles des couches tertiaires plus méridionales.

Il en est probablement aussi de même de la glaise qui forme le noyau de la petite colline de Delden. Nous n'avons pu la voir in-situ, parce que les trous dont Staring fait mention étaient fermés depuis longtemps. En compensation on voit, dans le beau bois de Twickel, situé sur cette colline, un des plus grands erratiques de notre Diluvium entremêlé. C'est un granit gris à grains assez gros, à peu près prismatique, et mesurant 2,1 × 1,56 × 1,40 m. Il porte l'inscription suivante:

„Getrokken door twaalf paarden ben ik uit Azeloo gekomen XXIII Feb." „MDCCCXLV." (Tiré par douze chevaux je suis venu d'Azeloo). Azeloo est un hameau non loin et au nord de Delden, situé sur le Diluvium sableux selon la carte géologique qui est incorrecte encore ici. Le Diluvium entremêlé constitue non seulement les deux petites collines au nord de Twickel, mais s'étend encore plus loin à l'est dans la direction de Borne. Il en est de même de la colline de Delden. En Septembre 1885 on y découvrit un gros erratique de granit gris-clair près de l'„Elbertbosch", à environ deux kilomètres en dehors et à l'ouest de la limite du D. e. de la carte de Staring; il se trouvait à 1 m. de la surface et mesurait 2,5 × 1,5 × 1 m. Il était entouré d'un grand nombre d'autres plus petits, parmi lesquels un de granit de 1 d.m. portait de très belles stries glaciaires. Le sol était de sable fin, mêlé çà et là d'argile, mais sans structure reconnaissable.

La bruyère située au nord du ruisseau de Twickel renferme tout près de la surface un noyau d'argile, bigarrée de gris et de brun et renfermant de petits erratiques de silex et de granit. C'est donc encore le *Boulderclay*, comme à Diepenheim.

Haarler et Lemeler Berg.

En retournant à l'ouest, on passe par la colline d'Enter, qui s'élève dans une plaine marécageuse, traversée par la Regge et ses petits affluents. La composition de cette colline est rendue visible par quelques glaisières sur son versant occidental. On y voit comme dans la colline de Ryssen, des bancs de glaise recouverts par le Diluvium graveleux.

Au dèla de la vallée tourbeuse et du petit ruisseau l'„Els-Graven", le terrain monte de nouveau pour former une des collines les plus étendues de

l'Overijssel, le „Haarler-Berg". Une série de briqueteries avec leurs glaisières révèlent la constitution du sol. La première, entre le „Vriezenberg" et le „Bovenberg" au sud de Ryssen, est peu profonde et nous découvre de l'argile sableuse, bigarrée de gris et de jaune, et renfermant un grand nombre d'erratiques de granit, de diorite, de silex, de porphyre felsitique, etc. C'est donc encore la *moraine inférieure*, qui ne constitue que la partie supérieure de la glaise; vers le bas, celle-ci perd bientôt ses cailloux et son sable. Cette glaise bigarrée est mêlée dans les briqueteries du „Ryssensche Veld" avec une glaise bleu-clair qui ressemble de près à celle de la colline de Neede et qui est creusée dans le petit bois „Den Brekel" dans plusieurs puits très profonds analogues à ceux du „Heriker-Berg". Autant que le permettait le versant écroulé en partie, nous en avons dessiné un profil (fig. 3, pl. IV) sur une échelle de 1 : 500. On y voit de nouveau plusieurs couches inclinées vers le nord-est, et composées d'un sable plus au moins graveleux stratifié obliquement (1), d'un sable analogue, mais sans gravier (2), et d'une glaise bleu-foncé grasse (3) qui contient des débris indéterminables de coquilles; une variété (4) en est feuilletée et contient en grand nombre des restes de végétaux, spécialement des morceaux de bois. Il est presque certain que cette glaise est identique à celle de Neede et de Markeloo; son alternance avec du sable graveleux est un argument en faveur de son âge quaternaire. La partie supérieure du versant est indistincte; nous avons pourtant pu constater que les têtes des bancs redressés sont nettement tranchées et couvertes par du sable, qui y repose en discordance. Il ne contient que de petits cailloux et pas d'erratiques, et confirme ainsi la règle que nous avons observée presque partout, qu'il ne faut pas chercher les tracer de la *m. i.* sur les sommets des collines, mais à leur pied et dans les bruyères plates et peu élevées. La cause probable de ce phénomène sera traitée plus loin.

Le village de Ryssen est bâti au pied de la partie orientale du „Haarlerberg", qui est separée par une plaine tourbeuse de la partie occidentale. Cette dernière présente plusieurs détails géologiques intéressants, en première ligne la grande tranchée du chemin de fer près de Nyverdal. En 1882 le talus de cette coupure était déjà achevé depuis plusieurs années et couvert de bruyère, mais les torrents de pluie avaient formé des rainures assez profondes. On pouvait par là se convaincre de la présence des bancs redressés, inclinés vers l'ouest sous un angle de 25° (perpendiculairement à l'axe de la coupure). Quant aux cailloux que nous y avons observés, nous n'avons qu'à répéter ce que nous avons dit ailleurs: les roches cristallines y sont assez rares et roulés probablement d'en

haut; on y voit quelques silex et granits, mais la majeure partie est de nouveau d'origine méridionale. On y a trouvé entre autres une dent d'Oxyrhina hastalis, comme on en trouve encore aujourd'hui souvent dans l'argile miocène de Groenloo, et qui par conséquent n'a pas subi de transport lointain.

La colline de Haarle offre, près de Noetselen sur le versant oriental et près de Haarle sur le versant occidental, des exemples bien clairs de petites vallées d'érosion. Elles sont si visibles que la population leur a donné les noms propres de „Rietslenke" et de „Wolfslenke". La carte topographique de l'Etat Major les a aussi figurées. Elles sont une nouvelle preuve du peu de fondement des assertions apodictiques de M. Seelheim, que: „nulle part on n'observe des traces d'érosion dans le Diluvium des Pays-Bas". Nous verrons le même phénomène se reproduire sur le „Lemelerberg".

Au nord de Haarle et au sud du „Lemelerberg" s'élève une petite colline isolée le „Luttenberg". Il est évident qu'elle n'est qu'une continuation de la partie occidentale du „Haarlerberg" et n'en a été séparée que par l'érosion, de même que le „Lemelerberg". Sur la carte géologique elle est indiquée comme appartenant au „Zanddiluvium" quoiqu'elle soit composée distinctement de „Diluvium entremêlé" qui ne diffère point de celui des collines précédentes.

En continuant notre route vers le nord, nous voyons déjà dans le lointain s'élever la colline du „Lemelerberg", qui a déjà attiré l'attention depuis de longues années à cause de son isolement et de sa hauteur assez considérable, qui atteint 70 m. au-dessus de la plaine environnante.

La première description scientifique de cette colline est de la main de T. W. van Marle et intitulée: „De Lemeler Berg en de Steen op denzelven" formant un article dans le „Overijsselsche Almanak, 1839". Staring ne paraît pas avoir eu connaissance de ce petit traité. L'auteur y fixe d'abord l'attention sur les versants occidental et septentrional plus raides que celui du côté oriental, phénomène qui est très bien rendu dans la petite carte topographique dont nous allons parler. Ensuite il remarque que: „sous la terre végétale on rencontre du gravier, puis des „cailloux très lourds sur un sable blanc mêlé de cailloux. En quelques „endroits se trouve une argile très compacte. De ces cailloux, la majorité „est blanche (les quartz ordinaires!) d'autres sont bleus, rouges, striés „ou bien ce sont des silex. Le plus remarquable est une très grande pierre, „qu'on croyait d'abord être une roche solide. Elle fut minée et il se „trouva qu'elle était enfoncée jusqu'à une profondeur de 17 pieds; la plus

„grande longueur en était de 22 pieds. [1]) Elle était de forme allongée et „son grand axe orienté de l'ouest à l'est, raison pour laquelle on croyait „qu'elle y avait été entraînée par l'eau du côté occidental. Au-dessus du „sol elle avait une longueur de 4 m., 7 sur une largeur de 2 et une hauteur „de 1 m., 2. Elle se mettait facilement en pièces et se composait d'une „argile durcie avec du sable, mêlé de petites plaques métalliques (mica !). „Le cabinet de Teyler en conserve un petit morceau."

Il n'est pas très facile de conclure de cette description avec quelle espèce de roche on a à faire ici. Ses dimensions feraient croire à un erratique de granit, presque complètement décomposé, la seule roche dont on trouve des blocs aussi considérables. Cependant l'auteur dit positivement que la pierre se composait d'une argile sableuse durcie, ce qui nous ferait plutôt croire à un fragment de l'argile de la *moraine inférieure*, qui est souvent rendue aussi compacte et aussi dure par l'énorme pression qu'elle a subie. Dans les „Verhandelingen, uitgegeven door de Commissie voor de Geologische Beschrijving en Kaart van Nederland", Staring fait du Lemelerberg une mention spéciale („Het Diluvium van Nederland," pag. 13), accompagnée de la petite carte topographique précitée. On voit sur cette carte le point où „De groote Kei", l'erratique sus-nommé a été trouvé. Staring attire surtout l'attention sur la direction des petites collines secondaires, qui seraient rangées en lignes du N. E. au S. O. Il est certain qu'on peut réunir des protubérances par des lignes ainsi orientées; mais nous considérons cela comme un point peu important, la forme actuelle étant, selon nous, presque complètement la conséquence de l'érosion, agent très irrégulier. Staring a aussi remarqué que le versant occidental est plus escarpé que le versant oriental. Selon nous ce serait la conséquence de l'âge relatif de ces deux versants; le plus escarpé serait le plus récent, ou bien le résultat du déplacement plus rapide du cours d'eau érodant. Staring lui-même relève ce fait que près de Nymègue, de Clèves et plus loin près du Rhin le versant oriental est au contraire le plus escarpé. Ceci est très naturel puisque l'origine de ce versant escarpé, le Rhin est dans le voisinage.

Dans son principal ouvrage il ne donne que très peu de détails sur notre colline, quoiqu'il en fasse plusieurs fois mention. Il parle cependant (pag. 64) de la présence d'un gisement d'argile (sur l'extrémité sud-ouest, suivant la petite carte topographique), qui a même donné lieu à l'établissement d'une briqueterie. Celle-ci n'a cependant eu qu'une existence éphemère, en partie à cause de la difficulté qu'on éprouvait à atteindre

[1]) En supposant que nous ayons à faire ici avec des pieds de Zwolle ou d'Overyssel, (0,235 m.) ces dimensions seraient égales à 4 et 5,2 mètres.

l'argile qui se trouvait à une grande profondeur et contenait aussi du gravier.

Pour nos propres observations, nous n'avons qu'à renvoyer à la description des collines précédentes. Quant aux roches, celles d'origine septentrionale n'y sont que représentées; les silex seuls y sont également nombreux sur les parties septentrionale et méridionale. Ils sont surpassés en nombre par les quartz blancs ordinaires, si caractéristiques pour le Diluvium rhénan. Encore ces roches septentrionales ne se trouvent-elles qu'a la surface, comme on peut le voir facilement dans la multitude de trous à gravier qui couvrent la montagne. Dans ces derniers on voit de temps à autre quelque stratification ou structure lenticulaire, mais généralement le gravier grossier et fin et le sable grossier se succèdent et se remplacent sans aucun ordre visible.

La dernière colline de cette série est le „Bestmer Berg" au sud et tout près de la petite ville d'Ommen. Il est séparé du „Lemelerberg" par la Regge, confluent du Vecht. Comme il en est peu éloigné, il est évident à première vue que ces deux collines ont formé jadis un tout. Il s'éléve à environ 36 m. au-dessus de la plaine et a entièrement le caractère des hauteurs précédentes et de celles de la Veluwe. Le granit et le silex y sont rares et le Diluvium entremêlé y est encore pour la plus grande partie d'origine méridionale Staring ne fait que mentionner la colline dans son principal ouvrage.

Collines d'Enschedee-Oldenzaal et d'Ootmarssum.

Dans la grande plaine sablonneuse qui s'étend à l'est des collines précitées, il s'élève plusieurs éminences très peu étendues, comme celles de Delden, d'Enter près de Ryssen, dont nous avons fait mention ci-dessus, celles de Borne, Wierden, etc. Nous n'avons pas visité ces dernières; mais nous ne doutons point qu'elles n'aient la même composition. Le Diluvium sableux ne paraît avoir dans cette contrée qu'une épaisseur peu considérable, car le nouveau canal d'Almeloo à Nordhorn a mis à découvert une quantité de gros erratiques scandinaves à une profondeur de 2 m. dans le voisinage d'Almeloo. Un peu plus loin vers l'est, à Albergen la construction d'une écluse dans ce canal nous a montré la superposition de différents étages du Diluvium, commençant par un demi-mètre de sable gris-verdâtre, riche en glauconie et stratifié obliquement. Il était couvert de 7 d.m. de sable vert plus clair, qui contenait à sa

base du sable grossier avec des cailloux de granit, c'est donc le Diluvium entremêlé, le sable inférieur reste indécis. Ce sable vert-clair est couvert à son tour d'une masse très irrégulière, non-stratifiée de sable et de gravier entassés pêle-mêle. Nous en avons retiré un gros silex superbement poli et strié qui était entouré d'erratiques moins volumineux de granit, etc. Il n'y a aucun doute que cette couche ne soit la *moraine*. La limite inférieure en était très irrégulière; la limite supérieure l'était moins, de sorte que l'épaisseur de la *moraine* variait de 1 à 5 d.m. Les 5 d.m. supérieurs de la coupure étaient constitués par le Diluvium sableux bien stratifié.

Près de Weerseloo nous n'avons pu faire que quelques observations incomplètes. Le fond du canal y était généralement constitué par le sable vert, glauconifère et privé de cailloux. En général il était recouvert d'un gravier grossier, contenant quelquefois de gros erratiques lisses, mais sans stries glaciaires distinctes et recouvert à son tour par le Diluvium sableux, épais de 1 m., 5 à 2 m. Un de ces erratiques, un diorite arrondi, mesurait 1 m^3., un autre de granit rouge à petits éléments, surpassait encore un peu cette dimension.

La vaste colline nommée en tête de ce chapitre porte plusieurs briqueteries au sud-est d'Enschedee. Les glaisières y ont une profondeur d'un à deux mètres; on y voit une glaise jaune-brunâtre et sableuse, qui contient un grand nombre d'erratiques arrondis, parfois polis, et est ainsi la *moraine inférieure*. L'absence presque absolue des quartz blancs habituels faisait croire qu'on se trouvait ici non dans le Diluvium entremêlé, mais dans le Diluvium scandinave. Dans un faubourg de la ville un très grand nombre d'erratiques de granit, etc. gisaient autour des maisons; ils avaient été retirés du sol soit en bâtissant ces demeures, soit en labourant les champs. Plusieurs montraient de très belles stries glaciaires. Dans la ville même nous pûmes voir qu'elle est bâtie sur cette *moraine;* l'excavation faite pour une maison en construction montrait un sable noirâtre épais de $\frac{3}{4}$ m., formant la surface et couvrant le *Geschiebelehm* avec plusieurs erratiques et des nids de sable.

De l'autre côté de la ville, à environ $1\frac{1}{2}$ k.m. de distance, quelques briqueteries nous fournirent un profil plus intéressant encore, que nous avons reproduit en partie dans la figure 4, pl. IV, sur une échelle de 1 : 200. On y voit de nouveau les bancs redressés, inclinés vers le N. E. et composés principalement d'argile. 1 est une argile grise maigre, 2, une argile mêlée de cailloux jusqu'à 4 et à 6 c.m., 3, une argile grasse, gris-foncé qui s'émiette en se desséchant, 4, un sable très ferrugineux et 5, un sable fin brun-grisâtre non-stratifié. Les cailloux de la couche 3 sont

surtout d'un grès grisâtre avec quelques rares quartz blancs. Ces morceaux de grès se rencontrent aussi dans le voisinage immédiat et contiennent parfois des empreintes ou des moules de mollusques assez reconnaissables, comme des Cardium, des Pecten, etc. Ils proviennent probablement de roches néocomiennes du Bassin de Munster (p. e. Bentheim, Gildehaus, etc.) Aucun des bancs argileux ne contient les nombreux fragments de bois que nous avons trouvés à Ryssen, Neede, etc.

La limite supérieure de notre petit profil n'est point la surface naturelle du sol, mais la conséquence de déterrements. On voit ailleurs les bancs redressés recouverts en discordance par une argile, qui n'est que le *Geschiebelehm*, puisqu'elle contient un certain nombre d'erratiques et montre çà et là les entortillements caractéristiques. On pouvait aisément suivre en cet endroit la décomposition et l'oxydation de l'argile grise et bleuâtre. Elle était traversée d'un grand nombre d'étroites crevasses, par lesquelles pénétrait l'eau de pluie qui causait l'oxydation du protoxyde de fer. Aussi toutes ces crevasses étaient bordées d'une ligne brun-jaunâtre, semblable à celle qu'on observe dans les carrières de roches solides.

La colline de Lonneker, au nord d'Enschedee, contraste avec celle de l'autre côté de la ville en ce qu'elle montre à sa surface une multitude des quartz blancs du Diluvium rhénan. Sur les parties moins élevées on voit apparaître une argile jaune contenant des cailloux et des erratiques scandinaves, qui manquent presque entièrement sur le sommet de la colline. Celle-ci s'étend du côté d'Almeloo plus loin que ne le montre la carte géologique de Staring et présente plusieurs petites vallées d'érosion, orientées vers le sud-est. La même argile jaune a encore été constatée en différents points le long de la chaussée d'Oldenzaal et sous la station de cette ville. Je l'ai encore retrouvée à côté des chaussées d'Oldenzaal à Gildehaus et à Denekamp, où elle contient quelquefois des blocs bien striés et polis.

Au nord de la colline d'Enschedee-Oldenzaal s'en élève une autre, plus étendue encore; c'est celle du village d'Ootmarssum, qui se trouve sur son versant sud-est. Staring a déjà fixé l'attention sur les environs de ce village, où il avait cru retrouver l'argile miocène d'Eibergen dans le sous-sol, comme l'indique la lettre „t" sur sa carte géologique. Voyons ce qu'il en est.

Au nord et au nord-ouest du village je n'ai pu trouver que quelques glaisières peu profondes; la principale près de la briqueterie du hameau de Mander faisait voir un *Geschiebelehm* très ferrugineux. Çà et là, l'argile était un peu sableuse et verdâtre par suite de son mélange avec le sable fin glauconifère dont nous allons bientôt parler. C'était le même sable que dans le canal Almeloo-Nordhorn.

Les environs à l'ouest d'Ootmarssum étaient plus instructifs. Staring (l. c.) mentionne l'argile miocène visible près de la barrière de la chaussée. On y a creusé, il y a une vingtaine d'années, sous la direction du pasteur de Weerseloo et probablement par l'impulsion de Staring. A une profondeur de 70 pieds (environ 21 mètres) on aurait trouvé un grès brisé (Néocomien?) sous l'argile. Actuellement il n'y a rien à voir.

Plus près d'Ootmarssum il y a plusieurs briqueteries. Dans la première, une glaise était visible qui ressemble fort à celle d'Eibergen. Elle est d'un gris-foncé, feuilletée à l'état sec et contient beaucoup de nodules pyriteuses, quelques nodules marneuses et des traces de fossiles, e. a. quelques fragments de Dentalium et d'une coquille indéterminable. Cependant, par son teint plus clair (gris foncé et non noir) et l'absence de feuillettes de mica, elle diffère de l'argile d'Eibergen, mais davantage encore des autres argiles sus-mentionnées. Elle est couverte par 1 m. environ de la même argile décomposée et mêlée de cailloux et d'erratiques.

Tout près, dans un autre trou à argile, le sable fin gris-verdâtre était visible in-situ; il contenait un grand nombre de moules de mollusques et de rognons de grès (dérivés de roches néocomiennes (?) détruites), qui formaient une couche de 1 à 2 d.m. d'épaisseur. La glaise et ce sable étaient dans le voisinage immédiat l'un de l'autre, mais sans contact visible. Au dire des ouvriers le sable formerait une couche dans l'argile, ce qui nous rappelle le profil d'Enschedee (pag. 60) et nous porte encore à considérer le tout comme quaternaire et non comme tertiaire, ainsi que le faisait Staring. Un examen plus précis devra décider la question ainsi qu'à Höcklenkamp. Les puits des autres briqueteries présentent les mêmes matériaux, mais ne rendent pas plus claire leur position relative.

Au nord-nord-ouest d'Ootmarssum la route traverse plusieurs petites collines allongées, orientées du N. E. au S. O et mène au hameau de Höcklenkamp sur le territoire allemand. Non loin de l'école, on voit dans une glaisière une argile gris-foncé et grasse, identique à celle d'Ootmarssum, qui passe ver le haut dans le *Geschiebelehm.* Le sable fin, argileux et verdâtre paraissait couvrir l'argile, mais ne contenait point de rognons de grès ou de moules de coquilles.

Dans les environs d'Enschedee nous avons remarqué la rareté des quartz blancs, qui sont autrement si nombreux dans le Diluvium entremêlé; entre Ootmarssum et Uelsen et au delà de ce village jusq'à la frontière près de Hardenberg, on voit le contraire, ils y sont très nombreux, de sorte qu'il n'y a pas de doute sur la présence du Diluvium entremêlé. Nous essayerons plus loin d'expliquer ce phénomène. Vers le nord, cette colline disparaît sous la grande plaine sableuse du Vecht, tout comme

le „Bestmerberg", l'autre point du D. e. qui est le plus près du Diluvium scandinave. Il n'y a donc aucune possibilité pour le moment de découvrir leur position relative.

Le sable grisâtre ou verdâtre dont il a été question plusieurs fois, constitue un élément important du sous-sol de la province d'Overyssel. Nous l'avons rencontré sous la *moraine inférieure* dans le canal d'Almeloo à Nordhorn, aussi bien près d'Almeloo qu'à Albergen et à Weerseloo; nous l'avons mentionné également à Ootmarssum et à Höcklenkamp. Nous avons encore retrouvé un sable très glauconifère d'un aspect un peu différent en examinant les terrains rapportés des forages d'Almeloo et de Delden (Twickel). On a de plus constaté dans la moitié inférieure du forage d'Arnhem, un sable gris (peut-être glauconifère) que nous avons rapporté au Pliocène supérieur (Scaldisien) en relevant ce fait curieux que ce sable gris constitue également le Scaldisien à Goes et à Anvers, mais non à Utrecht et à Gorkum, situés entre Arnhem et Goes. Or, le sable gris (verdâtre) d'Anvers et par conséquent de Goes, étant considéré comme provenant de roches crétacées belges détruites, nous nous demandons: „d'où est venu le sable glauconifère de l'Overyssel auquel nous voudrions rattacher le sable gris d'Arnhem? Dans le Bassin de Munster, rempli de couches supra-crétacées, on rencontre des sables et des grès glauconifères vers les bords méridionaux et septentrionaux; ils appartiennent aux étages du Gault et du Cénomanien. Ils ont probablement eu autrefois une plus grande extension et nous serions porté à considérer les sables verts d'Overyssel comme le produit de leur destruction. Ce produit aurait été emporté par de petites rivières analogues au Vecht et à la Berkel et peut-être à la Lippe.

Nous aurions ainsi trouvé un nouveau membre du Diluvium préglacial et glacial stratifié que nous voudrions nommer provisoirement: „Diluvium Westphalien", parce qu'il est encore impossible pour le moment de le rattacher avec certitude à l'une ou l'autre des petites rivières du Bassin de Munster.

Le Diluvium entremêlé et l'Yssel.

En rappelant ce que nous avons dit à propos du D. e. de la Gueldre et d'Overyssel, nous avons suivi deux séries de collines plus ou moins prononcées et élevées, celle de Dingden-Bocholt, Lichtenvoorde-Groenloo et Lochem, et celle de 's Heerenberg-Zeddam, Lochem, Haarlerberg, Leme-

lerberg et Bestmerberg. Elles sont situées sur une ou deux lignes parallèles au Rhin et à l'Yssel.

De l'autre côté de cette rivière et à une distance beaucoup plus petite s'élève la Veluwe qui est bordée par une ligne ondulée non-interrompue d'Arnhem à Hattem. La rivière touche à cette ligne près du Steeg, où le versant est très escarpé, tout comme à Clèves, Nymègue, Wageningen et Grebbe. Ici l'érosion fluviatile est pour ainsi dire attrapée en flagrant délit; plus loin elle est moins évidente, mais celui qui a visité les endroits sus-nommés et a acquis un peu d'expérience géologique n'hésitera pas à convenir que le bord oriental de la Veluwe doit son origine à la même cause, souvent masquée. Pourquoi maintenant ne pas convenir que cette même cause a encore produit un même effet de l'autre côté de la rivière et que la ligne qui réunit les collines précitées n'est que la rive droite d'une ancienne vallée quaternaire de l'Yssel (Rhin). Cette rive droite, il est vrai, est moins évidente, elle ne forme pas une ligne continue comme la rive gauche, mais aussi les confluents droits de l'Yssel ont plus d'importance que les confluents gauches. A mesure que la rivière creusait la large vallée dans le Diluvium entremêlé (ou plutôt rhénan), les confluents agissaient de même et partageaient ainsi la rive droite en fragments. Les restes dégénérés en sont: le Vieux-Yssel, la „Vordensche Beek", la Berkel, la „Dortherbeek", la „Schipbeek" et le Vecht avec la Regge. Ayant accepté cette hypothèse, il est facile de l'étendre sur le Diluvium entremêlé de tout l'Overyssel et de toute la Gueldre. Les collines de gravier et de sable que Staring énumère ne sont, du moins en partie, que les vestiges très inégaux d'un plateau ondulé, jadis continu mais démembré dans le cours des siècles.

Il est certainement bien curieux de voir que ce même phénomène se répète, mais en sens inverse, de l'autre côté de la Veluwe. Une ligne continue la borde de Wageningen à Lunteren et de Voorthuizen à Harderwijk. Entre ces deux villages elle n'est pas interrompue, mais forme autour d'Otterloo et de Kootwyk une grande flexure orientale remplie en partie par des dunes (zandstuivingen). Le „Oosterspoorweg" traverse dans la tranchée intéressante d'Assel cette partie étroite de la Veluwe. C'est la plaine de Kootwyk-Otterloo-Harskamp qui a d'abord fait naître en nous quelque doute sur notre explication de l'origine des vallées et des collines néerlandaises. Nous verrons plus tard que nous avons été contraint d'introduire un second agent géologique, qui a agi le premier et dont les effets ont été tantôt agrandis, tantôt masqués par l'érosion et la sédimentation fluviatile et marine. Cette érosion a néanmoins

contribué en très grande partie a créer le relief actuel du sol des Pays-Bas; seulement elle n'en est pas l'unique cause.

La rive gauche de la Vallée gueldroise est aussi démembrée que la rive droite de la Vallée issulane. Elle est continue de Reenen à Amersfoort, mais presque interrompue à Leersum. Un second bout est formé par le petit „Lazarusberg" à Soest, un troisième par la hauteur de Soestdijk-Baarn, un quatrième par le „Gooiland" près de Laren et Blaricum et un cinquième petit ilôt est formé par le „Leeuwenberg" non loin de Huizen. De même que la grande Vallée issulane (Veluwe-Haarle), la Vallée gueldroise est une vallée d'érosion, remplie de nouveau plus tard pour la plus grande partie de sable fluviatile (Zanddiluvium). C'est surtout le commencement de la rive gauche près de Reenen qui pourra servir le mieux à le démontrer. Il y a cependant un point de différence entre ces deux vallées si semblables. Une rivière encore importante, l'Yssel, coule dans l'une, tandis que dans l'autre il n'existe plus qu'une toute petite rivière, l'Eem, résultant de la réunion de plusieurs ruisseaux à Amersfoort.

Quant à l'âge relatif de ces deux vallées importantes, nous préférons en réserver la discussion au moment où nous traiterons du Zanddiluvim.

Chapitre III. **Répartition verticale des Eléments du Diluvium entremêlé.**

En décrivant les profils que nous avons observés, nous avons vu que le Diluvium entremêlé se compose de différentes parties qui se distinguent plus ou moins nettement.

Nous considérons comme la partie la plus ancienne les bancs redressés que nous avons constatés à Reenen, Maarn, Assel, Heerde, Nymègue, Neede, Ryssen, Nyverdal et Enschedee. Ils se composent d'argile, de sable et de gravier, dont les cailloux sont tous d'origine méridionale. Toutefois le profil d'Assel près d'Apeldoorn nous prouve que tous les sables et graviers, stratifiés horizontalement, ne sont pas nécessairement d'un âge différent des bancs redressés, puisqu'ils sont ici en continuité directe. Une certaine partie du Diluvium stratifié horizontalement est ainsi synchrone aux bancs redressés, et nous serions disposé à y rapporter aussi le versant du Waal à l'est de Nymègue (pl. III, fig. 10) et la partie de colline la „Mookerheide", qui est coupée par le chemin de fer en exploitation.

Quelle est maintenant la cause de cette dislocation de notre plus

ancien Diluvium? Comparons pour répondre à cette question l'orientation des bancs d'argile dans nos différents profils. Dans la coupure de Reenen elle varie entre 40° et 80° avec l'axe de la coupure et est en moyenne N O —S E ou O—E. avec l'inclinaison vers le nord. A Maarn, Neede, Ryssen et Enschedee ces directions sont respectivement N. O.—S. E. et N. E. A Assel et à Nyverdal l'inclinaison est en sens contraire, vers l'ouest, à Wezep (Philipsberg) vers le S. E., à Nymègue (Ubbergen) vers l'est. (Comparez la petite carte géologique, pl. I.)

Nous voyons donc que ces données présentent beaucoup de variation; la direction est généralement septentrionale, avec une déviation vers l'est ou l'ouest, qui peut atteindre 90° (Reenen); l'inclinaison est le plus souvent septentrionale ou orientale, mais aussi quelquefois en sens contraire, comme à Assel, Nyverdal et Wezep. Il pourrait aussi sembler d'abord qu'il existe un rapport entre l'inclinaison et les deux grandes vallées, puisque les bancs redressés s'inclinent à Reenen, Maarn et Assel vers la Vallée gueldroise, et à Heerde, Nymègue et Nyverdal vers la Vallée du Rhin et de l'Yssel. Pourtant nous ne tirons pas de cette concordance la conclusion qu'il existe un rapport quelconque entre la dislocation des couches diluviales anciennes et la formation de ces deux vallées, formation qui doit avoir eu lieu à une date bien plus récente. Ce ne sont plutôt que de simples vallées d'erosion.

On pourrait les attribuer à des dislocations partielles des formations subjacentes qui sont encore presque entièrement inconnues. Si ces dislocations étaient faibles, elles n'auraient produit que des couches redressées peu étendues, comme à Assel; si elles étaient plus fortes ou si elles se répétaient, elles auraient produit un système de bancs redressés bien plus développé, comme à Reenen et Maarn. Nous hésitons à voir là-dedans l'influence du grand glacier scandinave, auquel Wahnschaffe („Ueber einige glaciale Druckerscheinungen". Zeits. der deutschen geol. Gesellsch., 1882) attribue de pareils phénomènes. Selon cet auteur les couches du Diluvium inférieur auraient souvent été redressées, de sorte que dans plusieurs endroits de l'Allemagne septentrionale le Diluvium supérieur repose en discordance sur l'inférieur.

La grande différence dans la direction des dislocations et l'étendue du territoire sur lequel elles ont été observées sont deux motifs pour lesquels nous hésitons à accepter cette explication. Pourtant il faut avouer qu'un mouvement horizontal de la surface du nord-est au sud-ouest avec des irrégularités locales dans les ondulations produites expliquerait la majorité de ces dislocations. A Assel seulement le mouvement horizontal de l'ouest à l'est nous semblerait plus acceptable.

D'ailleurs il y a un obstacle plus sérieux encore que la difficulté de se représenter des mouvements du sol sur une pareille échelle; c'est la présence des couches horizontales de Diluvium entremêlé sur les bancs redressés, érodés en partie, qui nous prouve que nos dislocations sont certainement antérieures à la présence immédiate du manteau de glace. Ces dépôts différent fort de ceux des bancs redressés, en ce qu'ils contiennent une quantité notable de roches cristallines, venues du nord-est. Ce sont pourtant des dépots aquatiques, non-morainiques, quoique des glaçons aient certainement beaucoup contribué à les former en apportant des erratiques volumineux. Ils constituent un terme plus récent de la série quaternaire, le Diluvium fluviatile entremêlé. Sa discordance bien-constatée avec le Diluvium fluviatile rhénan, prouve son âge plus récent, ce qui était déjà très probable à priori.

A mesure que la température de la période quaternaire s'abaissait et que la pluie et la neige tombaient plus abondamment, les rivières devaient transporter des sédiments beaucoup plus grossiers qu'auparavant et déposer des graviers jusque dans nos parages. Cependant il devait s'écouler un laps de temps très considérable, une série de siècles, avant que les glaciers scandinaves se fussent assez étendus pour transporter jusque dans notre pays les erratiques septentrionaux. Comme Penck l'a si bien démontré dans son ouvrage classique: „Die Vergletscherung der Deutschen Alpen", l'approche du grand glacier devait être précédée de la formation de puissantes couches de gravier, qui furent recouvertes ensuite par la *moraine inférieure.* Or, il y a ici deux cas très différents à distinguer; les glaciers quaternaires alpins n'avaient qu'à suivre la pente du terrain, de même que les cours d'eau; le glacier quaternaire scandinave, au contraire, après être descendu d'une hauteur considérable, était forcé par la pression de la glace derrière lui à remonter la pente bien plus faible de la plaine de l'Allemagne du Nord, tandis que l'eau des rivières devait naturellement suivre cette même pente. Or, il est très difficile de se faire une idée de la direction probable que les eaux de fonte du glacier auraient suivie. Seulement nous voulons relever encore une fois le fait que les dépôts fluviatiles entremêlés de notre Quaternaire contiennent souvent des blocs beaucoup trop volumineux pour être transportés par l'eau courante (Grebbe, Reenen, Maarn, Soest); il faut ainsi appeler à l'aide des glaçons. Or, ces glaçons ne peuvent naturellement se former qu'en plein air et non sous la glace, de sorte que là où l'on rencontre de pareils dépôts, il faudra bien admettre l'existence d'un courant d'eau libre. Peut-être le bord du glacier scandinave a eu une direction du nord-ouest au sud-est, de sorte que plus vers le sud-est il a déposé des erratiques, etc. tandis que

vers le nord-ouest le terrain a encore été à découvert. Les eaux du Rhin auraient alors pu, pendant une crûe de printemps, s'emparer au moyen de glaçons des erratiques que le glacier avait déposés et les transporter ainsi vers le nord.

Il nous reste encore une autre série de dépôts fluviatiles, que nous avons rencontrés en beaucoup d'endroits; ce sont les sables et graviers de structure lentillaire, qui se sont déposés dans de l'eau courant rapidement. Ils diffèrent des bancs redressés en ce qu'ils ont conservé leur position normale (les lentilles sont toutes plus ou moins horizontales), et du sable et gravier stratifié horizontalement (Assel, Mook), par leur structure lentillaire. Comme dans ces deux dernières rubriques, les roches qu'ils contiennent sont toutes d'origine méridionale, en quoi ils diffèrent des couches horizontales entremêlées qui reposent en discordance sur les bancs redressés. Nous considérons pour ces motifs les graviers et sables lentillaires comme antérieurs au Diluvium stratifié entremêlé. Nous en avons représenté quelques exemples dans les figures 12, 16 et 14, pl. III, qui ont rapport à la sablière de la montagne de Wageningen, à une autre non loin de 's Heerenberg et à une petite gravière sur l'„Uddeler Veld" (Veluwe). Presque partout dans les provinces de la Gueldre et de de l'Overyssel, où nous avons examiné des trous à gravier, nous avons pu reconnaître plus ou moins facilement cette structure lentillaire, aussi bien sur les hauteurs des collines (Hettenheuvel, Veluwe, Lemelerberg) que dans les parties plates et plus basses de nos bruyères (Veluwe). Nous n'avons pas eu l'occasion de comparer l'âge de ce Diluvium lentillaire avec celui des autres termes du Diluvium fluviatile rhénan; nous serions porté à le considérer comme un peu plus récent. Nous proposons donc de réunir ces trois modifications: bancs redressés, sables et graviers à structure lentillaire ou irrégulière dans un même horizon que nous voulons appeler: „*Gravier préglacial*".

Le second terme de notre série quaternaire serait le gravier et le sable entremêlés, qui contiennent en même temps des erratiques rhénans et scandinaves et sont distinctement stratifiés, par conséquent d'origine aquatique. Ils sont très bien développés dans les tranchées de Reenen, de Maarn et de Hilversum. Nous voulons les appeler: „*Gravier glacial*". Ils nous paraissent correspondre au „*Glacialschotter*" de Penck (Deutsche Alpen), qui a précédé l'extension du grand glacier alpin. Pour la raison sus-nommée (pente du terrain) les équivalents de nos graviers préglacial et glacial sont moins faciles à distinguer dans les terrains autour des Alpes que chez nous et dans l'Allemagne du Nord, p. e. en Saxe. Pour la formation du gravier préglacial, la présence d'un glacier scandinave

n'était pas nécessaire; une quantité d'eau plus abondante dans les rivières et un froid d'hiver plus intense qu'aujourd'hui auraient suffi. Le formation du *Gravier glacial* au contraire ne s'explique pas sans la présence du glacier scandinave, à cause des erratiques de roches cristallines qu'il contient.

Le troisième terme de notre Diluvium entremêlé est la *Moraine inférieure*, le „*Geschiebelehm*" des Allemands, le „*Till*" ou „*Boulder-Clay*" des Anglais. Une argile proprement dite, contenant des blocs erratiques striés se rencontre dans notre Diluvium entremêlé à Diepenheim, Ryssen, Enschedee, et un „*Geschiebesand*", au Bilt, à Hilversum, à Eibergen, etc. Dans ces dernières localités nous avons vu le sable sous-jacent stratifié contourné et enchevêtré de la manière la plus curieuse, et un grand nombre d'erratiques de roches cristallines entassés pêle-mêle; plusieurs sont bien striés et polis.

Cette *moraine inférieure* a naturellement dû s'étendre encore davantage vers l'ouest et vers le sud; mais nous n'avons pu bien la constater qu'en ces endroits. Ailleurs elle a été détruite par l'érosion et les blocs scandinaves et rhénans sont restés en arrière. La présence seule d'erratiques scandinaves ne peut pas être invoquée comme preuve incontestable de la présence d'un manteau de glace, puisque nous avons aussi démontré leur présence dans le gravier glacial, qui est d'origine aquatique. On peut au contraire, se représenter un nouveau transport de la *moraine inférieure* en d'autres endroits. C'est probablement de cette manière qu'il faudra rendre compte de la présence des erratiques plutoniques dans le Brabant septentrional et le Nord de la Belgique. Ce problème est intimement lié à celui de l'origine du Pas de Calais, qui n'est pas encore définitivement élucidé. Supposons ce détroit fermé et formant une barrière aux eaux de la Mer du Nord. Le grand glacier scandinave-britanique, a également fermé cette mer vers le nord pendant sa plus grande extension, et il s'est ainsi formé un lac d'eau salée qui s'adoucissait à mesure que son niveau s'accroissait des eaux de fonte du glacier et de celles de la Tamise, de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin. La hauteur du niveau de ce lac glaciaire, comme on en rencontre encore plusieurs de petites dimensions dans les Alpes, dépendait naturellement de la hauteur de la barrière méridionale et de la clôture plus ou moins complète au nord. Peut-être les eaux pouvaient-elles s'écouler sous la glace par la Fosse norvégienne. En supposant une variabilité du niveau de ce lac, il devait s'y former pendant l'hiver des glaçons qui furent soulevés par une crûe des eaux et allèrent disperser des erratiques en divers endroits.

Nous avons ainsi terminé la série des différents dépôts de la Formation

quaternaire dans la terrain occupé par le Diluvium entremêlé. Une grande partie de nos terres sableuses est occupée par le „Zanddiluvium", formation bien plus récente, dont nous allons bientôt nous occuper.

Chapitre IV. **Les Phénomènes pseudo-glaciaires en Hollande.**

Il nous reste encore à discuter l'origine des *queues* des bancs redressés. Quant à leur âge, ni le profil d'Assel, ni même celui de Maarn ne nous donnent des renseignements; ce n'est que celui de Reenen qui nous fournit des données utiles. La figure 2, pl. II, qui représente une partie du *Gravier glacial* entre les bancs d'argile 3 et 4, nous montre que la courbure a dû avoir lieu après l'introduction de ce gravier, puisqu'une partie des deux couches supérieures en a aussi été abrasée.

Nous connaissons une force qui a en beaucoup d'endroits produit des phénomènes entièrement semblables: inflexion de couches escarpées et entraînement des parties supérieures; c'est le glacier en mouvement, pendant qu'il exerce son énorme pression. Nous avons d'abord aussi essayé d'expliquer les queues de cette manière; mais nous en avons bientôt vu l'impossibilité. En examinant les différents profils, nous voyons que les queues ont des directions assez différentes. A Reenen et Amersfoort elles se dirigent plus ou moins vers le nord, à Maarn vers l'ouest, à Assel vers l'est, tandis que le glacier scandinave a eu un mouvement vers le S—O ou vers l'O. Les directions précitées sont cependant toutes celles des pentes des collines et nous y voyons la preuve d'un mouvement de la couche supérieure le long de la pente. Nous n'en apercevons pas encore bien clairement la cause, vu la petitesse extrême de l'angle de la pente.

On a aussi observé dans d'autres pays des phénomènes analogues. Th. Fuchs („Ueber eigenthümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und über eine selbständige Bewegung loser Terrainmassen", Jahrbuch der Kais.-Kön. Oesterr. geol. Reichsanstalt, 1872.) donne une série de profils de coupures dans les couches meubles des terrains tertiaires et quaternaires du Bassin de Vienne. Plusieurs présentent une grande ressemblance avec les nôtres. Dans la figure 24 (de Fuchs), on voit plusieurs couches horizontales allongées et entraînées en bas; une d'entre elles forme une protubérance, une queue, semblable

à celles de nos bancs redressés. Dans une autre figure (planche XV) prise de la coupure du chemin de fer à Marchegg, on voit des couches pliocènes (Argile à Congéries) effondrées avec des couches quaternaires; par ce mouvement le sable de ces dernières s'est introduit dans l'argile en se ramifiant. Ces différents profils ont non-seulement un grande ressemblance avec les nôtres, mais aussi avec les entortillements si variés de la *moraine inférieure.* Fuchs cependant ne veut pas les attribuer à l'influence du glacier quaternaire alpin, mais à un mouvement spontané, causé seulement par la gravitation, puisqu'ils sont toujours dans la direction de la pente du terrain, indépendamment de la boussole, tandis qu'ils devraient être parallèles, s'ils étaient produits par le frottement du glacier alpin. Ce mouvement de descente aurait naturellement été considérablement facilité, s'il s'était produit sous l'eau.

Fuchs attire ensuite l'attention sur la plus grande épaisseur de la couche végétale à la base des collines, notamment de celle de la „Brasserie de Liesing" (fig. 24). Il l'explique de la même manière et n'accepte point une formation d'humus plus intense à la base de cette colline. Le mouvement de descente de la couche superficielle n'aurait donc pas été arrêté par la végétation.

En Angleterre, Trimmer et Fischer se sont aussi occupés de ces phénomènes. Le second (Quart. Journ. Geol. Soc. 1866: „On the Wharp of Mr. Trimmer, its Age and probable Connexion with the last geological Events") donne d'abord un aperçu des observations de Trimmer, auxquelles il en joint de nouvelles. Trimmer avait donné le nom de „*Wharp*" à une couche superficielle qui diffère plus ou moins considérablement du sous-sol. Elle est le résultat du mélange de celui-ci avec des masses qui ont glissé lentement des terrains plus élevés et qui ont été parfois conservées intactes dans des cavités ou des rainures. Trimmer a donné à ces éléments étrangers le nom de „*Trail*". Ce „Trail" serait ainsi représenté dans nos profils par l'ensemble des queues des bancs redressés. Sa formation aurait eu lieu, suivant Trimmer, dans le temps où les collines étaient encore privées de végétation. Il attribue l'origine du *Wharp* principalement à la pluie et à la gelée qui entremêlent peu à peu les matériaux de la surface. La couche amorphe, que nous avons rencontrée presque partout où une coupe du terrain est visible, serait ainsi l'équivalent du *Wharp.*

Trimmer a aussi fait l'observation que le *Wharp* est ordinairement le plus épais sur les plateaux, où il ressemble en même temps le plus au sous-sol; son épaisseur diminue sur les versants des collines et augmente de nouveau vers la base. C'est ce qu'il explique en admettant un

mouvement lent, un glissage, de haut en bas. Selon Fisher (l. c.), la cause en serait une érosion souterraine occasionnée par l'eau de pluie, qui produirait un grand nombre de petites cavités dans le sol; ces dernières seraient continuellement remplies par les parties du sol plus élevées. Quant à l'âge du *Trail* et du *Wharp* du comté de Kent, Trimmer („Soils of Kent". Quart. Journ. 1851), a encore constaté que près de Colchester et aussi dans le comté d'Essex, le *Wharp* disparaît sous les sédiment d'estuaire et est ainsi antérieur à ceux-ci et au dernier abaissement du sol, pendant lequel cette glaise s'est déposée. Il ne recouvre jamais les alluvions, mais en est souvent recouvert. Par contre il est plus récent que le gravier des plateaux et parfois aussi que celui des vallées, comme de la rivière Stour près de Sudbury dans le comté de Suffolk. On peut ainsi placer le temps de la formation du *Trail* et du *Wharp* dans la dernière partie de l'époque diluviale.

Un autre écrit de M. Fisher nous prouve combien est grande la ressemblance de ces deux espèces de terrain avec la *moraine inférieure* (Geol. Magazine 1871: „On Phenomena connected with Denudation, observed in the so-called Coprolite-Pits near Haslingfield, Cambridge shire). Au-dessous de la couche supérieure, le *Wharp*, se trouvait une glaise entremêlée de différents cailloux qui étaient évidemment arrivés d'un autre endroit. Ce transport cependant devait avoir eu lieu avec une force si considérable et sur un si long trajet dans une direction horizontale qu'il était impossible de l'attribuer à l'érosion souterraine aidée de la gravitation. Fisher en conclut que le seul agent qui ait pu avoir de pareils effets ne peut être que le glacier quaternaire et il s'en suit qu'ici le *Trail* n'est autre chose que le *moraine inférieure* et le *Wharp* le produit qui en est résulté par l'action de l'atmosphère. Il ne faut donc conserver le premier terme que pour ces modifications du sol d'où est exclu le puissant agent sus-nommé.

Des observations semblables ont encore été faites dans une partie des Etats-Unis par le Prof. W. C. Kerr, de Raleigh N. C. („On the Action of Frost in the Arrangement of superficial earthy Material". Silliman's American Journal. 1881). Les roches, dont il est question, principalement des gneiss et des micaschistes sont recouvertes par les produits de leur décomposition qui forment une couche, ayant jusqu'à 9 m. d'épaisseur. Les cailloux qu'elle renferme (surtout des quartz), ont une tendance à s'arranger dans la partie inférieure et à refaire ainsi une stratification. Ce dépôt a sa plus grande épaisseur à la base des collines et s'amincit vers le haut. Le mouvement lent et continu de haut en bas est en outre très bien illustré par les flexures des couches de gneiss et de micaschiste, qui sont

presque verticales, plus ou moins désagrégées et décomposées à leur partie supérieure et recourbées et allongées en *queues*, qui disparaissent à quelque distance. Nous avons donc ici exactement les mêmes figures que dans les profils de notre Quaternaire. Celle du prolongement du „Market-Street" à Philadelphie est certainement la plus remarquable. On n'y voit pas la roche solide, mais seulement ses produits de décomposition, qui ont cependant conservé leur position originale et montrent encore les couches redressées par leurs bandes de couleur différente.

Kerr tâche de résoudre la question de la cause du mouvement de descente. Il exclut l'action de la glace quaternaire qui n'est pas venue jusque dans l'Etat de la Caroline du Nord. Il se prononce aussi contre la gravitation seule, puisque la terre meuble s'est encore mue à la base des collines, où la pente n'excède pas quelquefois 2—3° tandis que le sable et les cailloux ne se déplacent par la gravitation que lorsque la pente monte jusqu'à 40%. Localement des cailloux se sont transportés sur un plan horizontal et ont même surfranchi un obstacle, comme le montrent les profils 12 et 13 de Kerr (l. c.). Cependant il faut reconnaître que lorsqu'une masse meuble se déplace en son entier le long d'une pente, les parties qui la composent peuvent pour un moment avoir un mouvement ascendant, puisqu'ils sont entraînés par la masse entière. Il en est de même d'un glacier, ce qui a donné à Kerr l'idée d'attribuer le mouvement descendant à l'action de la gelée et d'en placer la date dans la Période quaternaire. La terre meuble trempée d'eau devait naturellement subir une série de dilatations et de contractions, par suite des gels et des dégels alternatifs, ce qui est aussi une des causes probables du mouvement des glaciers. Kerr donne même le nom de „*glacier terreux*" à cette couche descendante à cause de la grande ressemblance qu'elle présente avec les glaciers véritables. Les résultats de Kerr sont donc bien d'accord avec ceux de M. Fisher, qui place également la formation du *Trail* dans la dernière partie de la Période quaternaire, et cela pour des raisons stratigraphiques. Les causes qu'ils invoquent pour le mouvement descendant ne sont pas les mêmes; gravitation et érosion souterraine d'un côté, dilatation et contraction alternatives de l'autre. Ce sont cependant des causes qui ne s'excluent pas; la seconde peut avoir agi d'abord et pendant l'hiver et des périodes de froid, la première, pendant des périodes de température plus élevée.

Le phénomène observé par le célèbre zöologue, Sir C. Wyville Thomson offre encore plus de ressemblance avec le nôtre. Dans le journal scientifique anglais „Nature" (22 Février 1877) il décrit ce qu'il nomme les „Stone-Rivers" (rivières de pierres) des Iles Falkland. Elles ressemblent

le plus à des glaciers, composés non de glace, mais de fragments de roches, surtout de quartzites. Elles descendent d'une pente et sont accrues par des rivières tributaires. Ces fragments mesurent de 0,65, 2,6, 3,25, et même 6,5 m. en longueur et la moitié en largeur; ils sont tous angulaires. Ils proviennent d'épaisses gangues de quartzite dans les grès friables des montagnes environnantes. A la base de cette „Stone-River" coule un ruisseau. Wyville Thomson a cherché la cause du mouvement de descente qui est assez difficile à expliquer, attendu que la partie supérieure de la vallée n'a qu'une pente de 6 à 8°, et que celle de la partie inférieure n'en a qu'une de 2 ou 3°, donc justement ce que nous avons trouvé à la tranchée de Maarn. Il pose tout d'abord comme axiome que la gravitation seule est tout à fait impuissante à produire le mouvement de descente. D'abord les blocs de quartzite se détachent du grès décomposé et forment un cône à pente assez raide. Celui-ci se couvre de végétation et les blocs disparaissent graduellement sous une épaisse couche de terre végétale. Cette couche descend par suite de différentes causes; d'abord elle se dilate par la pluie et se retrécit par la sécheresse; chaque expansion cause un mouvement en bas minime; chaque contraction est incapable de produire l'effet contraire. C'est donc là la théorie de dilatation des glaciers modifiée pour un cas spécial. En admettant la coopération de cette cause, nous ne voulons nullement lui attribuer autant d'importance qu'aux forces mentionnées par Fisher et Kerr.

Thomson compare ces *pseudo-moraines* des Iles Falkland avec des phénomènes semblables en Ecosse, où il a observé des couches d'ardoise redressées, courbées à leur sommet et entraînées en *queue* dans la couche supérieure. Ces queues sont visibles, selon lui, sur une distance de 1 ou 2 m., où leurs éléments brisés se mêlent aux autres..

Il est évident pour Thomson que: „wherever there is a slope, be it „ever so gentle, the soil-cap must be in motion, be the motion ever „so slow". L'auteur anglais ne se prononce pourtant nullement contre la théorie glaciaire; il admet sans hésitation que la glace quaternaire a produits des effets énormes; mais il a seulement voulu démontrer qu'il existe un phénomène très semblable, dont l'étude a été trop négligée et dont les effets sont souvent très difficiles à distinguer des véritables actions glaciaires.

Dans le même journal (Nature, 15 Mars, 1877.) M. Abraham mentionne des observations semblables faites dans le Hartz en 1872). Il vit dans une carrière près de Goslar que les schistes, inclinés vers le sud sous un angle de 40°, étaient infléchis en haut et recourbés vers le nord sous un angle de 75°. Il n'attribue ce phénomène qu'au mouvement spontané de la terre supérieure, quoique la pente de la colline soit très faible.

Dans une autre partie de l'Allemagne centrale, en Thuringue, il se présente des phénomènes que le premier observateur a considérés positivement comme des actions glaciaires, mais que nous serions porté à considérer comme appartenant aux phénomènes pseudoglaciaires, appelés ainsi par Penck. Ils ont été reproduits par M. J. G. Bornemann à Eisenach („Von Eisenach nach Thal und Wutha". Jahrbuch der königl. preuss. geol. Landesanstalt. 1884. Pl. XXVII). Les couches du Trias inférieur sont presque verticales, inclinées vers le sud-ouest et se composent de grès-bigarré et de marnes violettes et grises. Dans deux coupures non loin d'Eisenach, M. Bornemann trouva que les couches étaient recourbées à leur partie supérieure; les grès durs et compacts étaient brisés en une quantité de fragments, les marnes étaient allongées en *queues* presque horizontales, qu'on pouvait reconnaître à leur couleur caractéristique sur une distance de plusieurs pieds. Les deux figures que l'auteur en donne sont extrêmement instructives. Il cherche la cause de ces phénomènes dans des actions glaciaires locales pendant la période quaternaire, qui n'auraient pas manqué sur les montagnes de l'Allemagne centrale. Nous les considérons plutôt comme appartenant à la rubrique de phénomènes semblables qui nous occupe ici. Les *queues* à Eisenach sont encore ici entraînées le long de la pente naturelle du terrain, vers le „Hörselthal", au N. E., sur quoi l'auteur attire aussi l'attention.

Pour revenir à nos profils du Quaternaire néerlandais, nous serions porté à accepter ces explications, parce que les pentes de nos collines ne sont pas plus faibles que celles observées par Thomson. Celle du „Laarsche-Berg" à Reenen n'est que de $2\frac{1}{2}°$, celle du „Plattenberg" à Maarn encore moindre. La friction entre sable et sable doit être si grande qu'on a beaucoup de peine à s'expliquer un pareil mouvement de descente. Toutefois, les profils dessinés mettent ce mouvement lui-même hors de doute. On pourra encore invoquer quelques particularités du sol pour rendre l'explication plus plausible. Pendant les rigoureux hivers de la période glaciaire le sol était gelé jusqu'à une profondeur bien plus considérable qu'aujourd'hui. Quand le printemps venait, le dégel ne s'opérait que par degrés, ce n'était d'abord que la couche supérieure peu épaisse qui redevenait meuble, et quand elle était couverte de neige, celle-ci devait former sur le sol en-dessous encore dur et imperméable, une boue, une masse demi-liquide qui certainement devait se mouvoir beaucoup plus facilement. Cette boue en se congelant de nouveau avait encore une tendance à déplacer ses particules, puisque l'eau et la terre se séparent complètement dans ce procès, ce dont on peut se convaincre facilement pendant chaque hiver. Les grains de sable et les cailloux

subissent ainsi une longue série de mouvements d'élévation et d'abaissement, très petits en vérité, mais qui doivent certainement faciliter la descente générale le long de la pente de la colline.

Le phénomène qui nous a occupé assez longtemps rend aussi compte de la disparition de la *moraine inférieure* sur la plus grande partie du terrain examiné. On n'en découvre çà et là que de rares fragments, qui seraient pourtant plus fréquents si les coupes du terrain l'étaient aussi.

Le *Trail* — les *queues* des bancs redressés — et le *Wharp* — la couche superficielle amorphe — occupent ainsi la place supérieure dans la série des dépots quaternaires entremêlés.

En traitant de la coupure de la „Montagne d'Amersfoort" (pag. 29) nous avons fini par remarquer que l'inflexion des sommets des bancs redressés s'accordait très bien dans les figures 9 et 11, où elle était dirigée probablement vers le N. E., mais que la figure 10 était en contradiction apparante avec les deux autres, en ce que l'inflexion y était dirigée vers l'ouest. Comme la direction de cette dernière est plus ou moins identique à celle du mouvement du manteau de glace quaternaire, nous considérons la couche supérieure de la figure 10 comme la véritable *moraine inférieure*, celle des figures 9 et 11 au contraire comme la *pseudo-moraine* (*trail*), qui se serait mue le long de la pente de la colline et vers le N. E. Dans ce cas spécial les phénomènes glaciaires et pseudo-glaciaires se trouvent ainsi à côté l'un de l'autre.

Chapitre V. **Le Diluvium moséan et la Question des Erratiques scandinaves dans le Brabant et la Belgique. La Limite entre le Diluvium rhénan et l'entremêlé.**

Staring fait du Rhin la limite méridionale des cailloux scandinaves et la séparation entre le Diluvium entremêlé et le moséan. Pourtant il mentionne lui-même des cailloux de granit trouvés à Clèves et à Xanten, ainsi qu'à Maastricht et à Oudenbosch (près de Breda), mais comme ces deux endroits sont tellement éloignés des autres trouvailles de cette roche, il ne peut croire qu'à un transport accidentel quelconque.

Dans les dernières années cependant les géologues belges ont à plusieurs reprises découvert des cailloux de granit dans le nord de leur patrie, de sorte qu'il est probable que ces fragments aient été déposés par voie naturelle.

Dans les „Annales de la Société Malacologique de Belgique", Tome XVI, 1881, M. Paul Cogels a publié ses „Contributions à l'Etude géologique et paléontologique de la Campine" auxquelles nous empruntons les détails suivants qui ont rapport à la dispersion des erratiques scandinaves. C'est déjà De Luc qui, („Lettres physiques et morales"), a trouvé des roches primordiales près d'Alphen (au sud-est de Breda) et entre Hechtel et Helchteren (au nord de Hasselt en Belgique). Omalius d'Halloy a déjà en 1828 fixé l'attention sur les blocs de granit de la Campine. Selon Engelspach-Larivière (1828) ils seraient d'origine scandinave et auraient été transportés par des glaçons. Ensuite M. Winkler parle d'un bloc de granit gris, trouvé près d'Oudenbosch en Hollande et mesurant 1,6 sur 1,4 et 1 m.; il fut évalué à 7000 k.g. Nous reviendrons plus loin sur cet erratique.

De Wael (Bulletin de la Société paléontologique de la Belgique, 1858, pag. 36) a aussi cité un bloc de 200 k.g. trouvé à Welder à 1 k.m. au nord de Turnhout, accompagné de plusieurs autres plus petits. On en trouve encore aujourd'hui près de Poppel.

Le plus grand nombre de détails relatifs à cette question se trouvent réunis dans une publication de M. E. Delvaux, intitulée; „De l'Extension des Dépôts glaciaires de la Scandinavie et de la Présence des Blocs erratiques du Nord dans les Plaines de la Belgique." (Ann. Soc. géol. Belg. 1884). L'auteur y a recueilli toutes les trouvailles d'erratiques et de fragments de roches cristallines faites dans la partie septentrionale de la Belgique. Ces recherches n'ayant encore été entreprises que pendant un laps de temps relativement court subiront naturellement encore des modifications, et il nous semble bon de séparer les trouvailles de blocs in-situ de celles qui ont été faites dans les champs cultivés et de celles de simples fragments. Les différents auteurs fixent eux-mêmes l'attention sur ce fait que plusieurs de ces blocs ont été transportés par l'homme pour indiquer la limite d'une propriété ou pour quelque autre usage, de sorte qu'on ne peut pas entièrement se fier à toutes ces trouvailles. Néanmoins nous pouvons admettre comme bien prouvé que des erratiques, souvent considérables, de roches plutoniennes ont été trouvés in-situ en plusieurs endroits de la Belgique septentrionale. Les plus remarquables, mentionnés par M. Delvaux, sont ceux de Welder, dont le plus grand avait une longueur de 2 m., 5. Un second, plus grand encore, pesait 300 k.g. et fut trouvé près de Boisschot (à l'E. de Hasselt) dans le Limbourg. Non loin de Maastricht on a aussi trouvé deux fragments de granit, peut-être les mêmes que Staring mentionne déja. L'un est considéré par Dewalque et Delvaux comme ayant été transporté depuis les

Vosges, parce qu'il n'a nullement le caractère des granits scandinaves, mais ressemble de près à ceux qu'on rencentre dans cette chaîne de montagnes.

M. Delvaux mentionne encore un certain nombre de fragments plus ou moins complets, ainsi que de cailloux. Ce sont en première ligne des granits, puis des diabases, des syénites, des diorites, etc. Les gneiss manquent complètement, ce qui est très curieux, puisqu'ils sont assez fréquents dans les dépôts de la Néerlande.

M. Van den Broeck: „Nouvelles Observations, faites dans la Campine en 1883, comprenant la Découverte d'un Bloc erratique scandinave" (Ann. Soc. géol. du Nord, Tome XI) fait mention d'un bloc au nord de Hoogstraeten; il mesurait 80 × 60 × 53 c.m. et était un granit typique du Nord, comme le reconnut M. A. Renard. Ensuite M. Delvaux a trouvé en 1883, près de Moervaert, dans la Flandre orientale (Ann. Soc. géol. Belg. XI, 1884), un bloc anguleux de syénite zirconienne. Il avait la forme d'un parallélipipède rectangle, mesurant 280 m.m. sur 26, et n'avait point été roulé, mais apporté du Nord par la glace.

Dernièrement le même géologue a réuni toutes les trouvailles de roches granitiques, etc. faites en Belgique, sur une petite carte très instructive. (Ann. Soc. géol. Belg. 1886: „Sur les derniers Fragments de Blocs erratiques"). La plupart sont des granits et des syénites, mais il y a aussi quelques diorites, porphyres et de rares gneiss; pour les détails nous renvoyons à la publication elle-même. Un coup d'oeil sur la carte nous apprend que le parallèle de Bruxelles est à peu près la limite méridionale de ces cailloux et erratiques et qu'ils sont déjà extrêmement rares au sud du parallèle de Gand; ils sont surtout fréquents dans la partie nord-est de la Belgique, comme l'on pouvait s'y attendre, mais aussi aux environs de Gand. Les trouvailles de blocs in-situ sont extrêmement rares et encore n'ont-elles rapport qu'aux graviers fluviatiles comme le n°. 40 trouvé dans les ballastières près de Maastricht. Un véritable „*Geschiebelehm*" n'a encore été constaté nulle part en Belgique.

Quelques cailloux sporadiques de granit, il est vrai, ont été trouvés bien loin au sud. Ainsi M. Delvaux (De l'Extension, etc. pag. 66) fait mention d'un caillou de granit septentrional, mesurant 5 c.m. sur 8, trouvé par M. Renard sur le „Muziekberg" près de Renaix au sud d'Oudenaerde. M. Ortlieb a même recueilli un fragment de granit dans la Flandre française sur le Mont-Noir, à une altitude de 97 mètres.

Nous ne pouvons déguiser un certain scepticisme à l'égard de ces trouvailles isolées, surtout à l'égard des fragments. D'ailleurs M. Delvaux prouve lui-même combien il faut être sceptique, en relevant spécialement (Ann. Soc. géol. Belg. Bulletin 1884, pag. CLV) le peu de valeur des

trouvailles de blocs de granit sur la côte. „Ils y ont été apportés par „l'homme et résultent de la destruction de certains travaux d'art, exé- „cutés au siècle dernier pour protéger les dunes de Blankenberghe contre „l'action envahissante de l'Océan."

M. Clement Reid a fait une observation semblable dans „The Geology of Holderness" (Memoirs of the Geological Survey of England and Wales. 1885. Pag. 41): „Great caution is necessary in this district in the „collection of Boulder-Clay stones, for enormous quantities of scandinavian „and russian rocks are brought annually in ballast from the Baltic ports, „are used for road material, and find their way on to the fields in „manure. They are usually, however, basalts and garnetiferous gneiss „of a quite different character from any yet found in the Boulder-Clay". Dans la pratique le danger de se tromper est donc moins grand qu'en théorie, mais il existe cependant.

Il est donc assez probable qu'un certain nombre des petits erratiques et des fragments des grands ont été entraînés en différents endroits de l'intérieur pour les employer dans le ménage ou dans un autre but domestique, que ces fragments se sont égarés, dans le fumier p. e., et qu'ils ont été ainsi portés sur les champs; ils n'ont par conséquent qu'une valeur scientifique bien minime. Il en est autrement des grands erratiques, pesant des centaines de kilogrammes, qui ne se transportent pas aussi facilement. Nous sommes disposé à admettre leur transport par les forces de la nature, comme nous l'avons déjà énoncé ci-dessus (Pag. 69). Pour le moment cela nous suffit et des recherches ultérieures devront peser et comparer les nombreux détails de la question. Pour M. Delvaux (l. c.), la présence de ces erratiques est une preuve suffisante de l'extension du glacier quaternaire; nous ne voulons pas aller aussi loin.

Nous avons essayé nous-même de nous orienter sur les rapports entre le Diluvium moséan et le scandinavien de Staring, en cherchant les traces de ce dernier dans le Brabant. Nous avons donné un aperçu des résultats de nos recherches dans une petite communication à la Société géologique de la Belgique que nous reproduisons ici („Sur la Distribution des Cailloux de Granite dans le Nord de la Belgique et le Sud des Pays-Bas". Annales. Tome XIII, Bulletin 1886).

Dans la glaisière située à une demi-lieue à l'est-sud-est de la briqueterie de Teteringen, entre Breda et Oosterhout, le sable graveleux riche en cailloux a une épaisseur d'un mètre et repose sur une argile bleu-clair, sableuse et peu plastique. Elle ne contient des cailloux qu'en haut, par son mélange avec le gravier supérieur, qui est composé seulement pour $\frac{1}{5}$ de quartz blanc et pour le reste de différents quartzites,

de grauwackes gris et de grauwackes schisteux avec quelques grès.

Un peu plus à l'est, près du hameau de „Steenoven", entre Dongen et Ryen, nous avons trouvé plusieurs glaisières, où nous avons pu dresser un petit profil, complété d'après les renseignements des ouvriers. (Bulletin, Pag. LVII (5).) On voit à la partie supérieure un sable fin avec très peu de cailloux, principalement des quartz blancs. Il varie en épaisseur de 50 c.m. à 130 et est séparé par un plan ondulé de la glaise bleu-clair, identique à celle de Teteringen.

La même chose se voit dans les vastes glaisières de la grande briqueterie de Ryen, près de la station, où le sable supérieur se divise encore plus distinctement en deux couches. L'inférieure, qui n'est presque pas développée à Steenoven, est un sable fin, tout à fait sans cailloux, qui alterne quelquefois avec l'argile ou y forme des lentilles. Il doit donc être plutôt réuni avec l'argile qu'avec le sable supérieur. Celui-ci est souvent stratifié obliquement et contient des cailloux, dont les plus gros se trouvent à sa base. La glaise y a une épaisseur de 3 m. à 3,5 et repose de nouveau sur du sable sans cailloux.

Ensuite nous avons retrouvé un peu au sud de Gilze une couche de glaise épaisse de 3 à 4 m. Dans la briqueterie elle était gris-clair, quelquefois plus foncée et bleuâtre et venait jusqu'à 50 c.m. de la surface, où elle était recouverte de nouveau par du sable avec les cailloux des roches connues.

Une gravière du chemin de fer près de la station d'Alphen-Oosterwyk, profonde de 1,5 m. à 2 m. ne montrait pas de profil distinct. Les versants étaient formés d'un sable contenant quelquefois du gravier, et le sol était semé de cailloux jusqu'à 2 et 3 d.m., de quartz, de quartzites, de grauwackes et de grès sans trace de roches cristallines. Le sable graveleux y avait ainsi une plus grande épaisseur que d'ordinaire.

Au sud-est du village d'Alphen et à l'ouest d'Eindhoven nous avons visité une autre partie du Diluvium moséan, celle des villages de Bladel-Hapert et de Riethoven-Westhoven près de Valkenswaard. Entre les deux premiers villages on a de nouveau l'occasion d'étudier les effets de l'érosion; le ruisseau „De Beerze" y a séparé les deux collines de Diluvium graveleux par une petite vallée très prononcée. La carte géologique est inexacte en cet endroit, comme en beaucoup d'autres; le D. g. y a une étendue bien plus grande, surtout au nord de Hapert, au moins jusqu'à Casteren. Entre Casteren et Hapert une série de gravières montrent en partie la composition du sol; les cailloux y sont exclusivement ceux du D. m. sans aucune roche scandinave; le terrain entier jusqu'à Eersel forme une proéminence bien marquée. Entre Eersel et Riethoven il s'étend

aussi un pareil terrain de D. g., qui est omis sur la carte de Staring. Tout près du village de Westenhoven, une petite sablière montre un profil pareil à ceux de Ryen; un sable sans cailloux et instratifié est couvert d'un sable grossier avec cailloux et stratifié obliquement. A l'est de Westenhoven, sur l'„Aardbrandsche Heide" qui est basse et marécageuse, plusieurs monceaux de glaise attirent l'attention. On y voit une glaise brune couverte par 6 à 7 d.m. de sable et de gravier, entièrement composé de roches méridionales. Encore ici le D. g. s'étend bien au-delà du territoire de la carte de Staring, probablement jusqu'à Klein-Borkel.

Nous n'avons donc pu trouver au sud-ouest d'Eindhoven de cailloux scandinaves, c'est à dire de cailloux in-situ. Cependant nous en avons rapporté plusieurs provenant des monceaux placés à côté de la route d'Eindhoven à Bladel. Un ouvrier des „Ponts et Chaussées" m'informa que ce gravier est amené d'Arendonck, situé entre Bladel et Turnhout et sur le canal d'embranchement de la Campine belge. Son gîte original n'est pas non plus à Arendonck, où il n'est que débarqué. M. Delvaux m'a appris sur ma demande que ce gravier vient de Lanklaer, non loin de la Meuse entre Maastricht et Maaseyck. C'est donc à une distance considérable et au sud d'Eindhoven qu'on pourrait retrouver des cailloux scandinaves. Après être allé aussi loin, il ne nous paraît plus impossible que les cailloux de granit de Maastricht aient la même origine scandinave. Cependant nous n'avons pas encore pu poursuivre nos recherches dans cette direction, ce que nous espérons pouvoir faire plus tard.

Nous quittons les environs d'Eindhoven pour terminer notre excursion dans le coin nord-est du Brabant qui n'est pas la partie la moins intéressante.

La bruyère de Schaik forme une hauteur allongée et très marquée sur le côté septentrional, où l'on est forcé de reconnaître une ancienne rive de la Meuse qui a graduellement creusé et déplacé son lit. Oss et Berchem se trouvent au nord et à un niveau bien plus bas. Une série de gravières des deux côtés de la chaussée de Grave montrent du sable et du gravier tantôt assez bien stratifiés, tantôt non. Le gravier est encore ici d'origine méridionale et contenait e. a. plusieurs grauwackes gris-bleu à cubes de pyrite, que nous avions trouvés si souvent en Gueldre et qui ont été amenés probablement par le Rhin. Un seul caillou de granit et un autre de porphyre rouge y représentent les roches scandinaves; les silex n'y sont pas rares.

Une petite briqueterie près de la colonne miliaire 26 de la chaussée montre un profil très distinct. La couche supérieure de 1 m. d'épaisseur est de sable,

mêlé de plus ou moins de gravier et reposant sur une argile bleu-gris, sableuse et épaisse en moyenne de 1,75 m. Elle vient quelquefois jusqu'à 3 et 4 d.m. de la surface, et quand elle n'a alors que son épaisseur minimale de 3 d.m., on voit facilement apparaître de nouveau le gravier en dessous. Ce dernier a, selon le briquetier, une épaisseur de 4 à 5 m. et repose sur une seconde argile, plus grasse et bien meilleure. Celle-ci est ainsi probablement l'équivalent de l'argile de Gilze, de Ryen, etc., tandis que la première n'est qu'une partie de l'étage graveleux qui a ici une épaisseur considérable.

Les gravières près du moulin de Reek sur la chaussée sus-nommée ne montrent rien de nouveau; on y observe une alternance de sable et de gravier, parfois stratifié obliquement. Encore ici le Diluvium moséan s'étend en réalité bien plus loin que sur la carte de Staring dans la direction du village de Zeeland. De même, en suivant la route de Langeboom et de Mill, on le voit apparaître de nouveau bien plus tôt que selon la carte. La vallée sableuse du ruisseau le „Hooge Raam" est donc en réalité plus étroite et plus prononcée que sur la carte. En s'approchant de Langeboom, le terrain s'élève de nouveau; entre ce hameau et le village de Mill toute une série de gravières présentent le profil ordinaire; il n'y a donc aucun doute que les cailloux de granit et de porphyre que nous y avons ramassés sur les monceaux de gravier ne proviennent de la couche supérieure du sol, du Diluvium moséan de Staring, qui est stratifié ou non, mais ne présente nulle part des preuves certaines de l'action directe de la glace. Nous ne pouvons par conséquent le paralléliser qu'au „Gravier stratifié glacial" de la Néerlande moyenne, pour autant qu'il contient des erratiques scandinaves, ou au „Gravier préglacial", pour autant qu'il en est privé. Le sable et la glaise sous le gravier appartiennent donc aussi à ce dernier. Nulle part nous n'avons pu découvrir de séparation entre ces deux graviers.

Le dernier terrain graveleux que nous avons visité est celui du village d'Uden et de Nistelrode (au nord du premier). A l'est de celui-ci on voit dans les briqueteries les mêmes profils qu'ailleurs, la même glaise bleu-clair, marbrée en brun par l'oxydation, épaisse de 2 à 3 m. et reposant sur un sable fin sans cailloux (selon mes informations) et couverte par 1 à 2½ m. de sable et de gravier. La surface de la glaise y est ondulée et irrégulière comme à Steenoven près de Ryen. Les erratiques du gravier sont parfois assez gros et mesurent 2 à 2½ d.m.; on voit aussi de temps à autre de rares granits, etc. Encore ici, la carte géologique a trop restreint le Diluvium moséan; les terrains de Schaik et d'Uden sont en continuité directe, et la chaussée entière d'Uden à

Heesch passe dessus. Entre Uden et Nistelrode deux briqueteries présentent de petits profils qui n'apprennent rien de nouveau; l'argile seulement y est un peu plus foncée que d'ordinaire.

Si nous avons à plusieurs reprises relevé la différence entre la carte géologique du Brabant et l'état réel des choses, ce n'est pas pour faire ressortir les inexactitudes, mais pour accentuer les arguments en faveur de l'origine fluviatile du D. s. En parcourant le terrain, on voit à tout moment que le sable sans cailloux y remplit en partie les dépressions entre les collines basses du D. mos. et que ces dépressions ne sont que des vallées d'érosion dans lesquelles coulent de petits ruisseaux, trop petits pour creuser ces vallées et les remplir de nouveau en partie de sable, du moins de nos jours. Or, dans la Période quaternaire ces ruisselets ont été de petites rivières bien plus puissantes; c'est en partie pour cette raison que nous plaçons la déposition du „Zanddiluvium" dans cette période.

Nous voyons donc que ce que nous avons pu découvrir de roches scandinaves en Brabant n'est que peu de chose; ce ne sont que des cailloux de petite dimension, gisant dans des graviers fluviatiles que nous n'hésitons pas à paralléliser avec le „Diluvium glacial stratifié" de la Néerlande centrale.

Dans la communication sus-nommée, faite à la Société géologique de la Belgique, nous avons donné ensuite quelques détails relatifs au grand erratique d'Oudenbosch, mentionné il y a plusieurs années par M. Winkler (Considérations géologiques, etc.). Nous en avons déjà parlé ci-dessus (pag. 76) et pouvons ajouter les détails suivants. Il était déjà connu en 1733 sous le nom de *Dondersteen* (Pierre de Tonnerre), nom que porte encore le champ qui le contenait autrefois. Ce champ se trouve à côté de la route à gravier d'Oudenbosch à Oud-Gastel près de la colonne miliaire 11, et est entièrement composé d'un sable fin, le Diluvium sableux de Staring. A côté de ce champ, le sable n'avait qu'une épaisseur de 1 m. et recouvrait une argile sableuse, brun-jaunâtre, privée de cailloux. Vers 1808 l'erratique fut transporté à Oudenbosch où il reposa jusqu'en 1885 dans le sol, à côté de la tour de l'ancienne église. Il en a éte retiré dernièrement et transporté au collège jésuite de ce village.

Oudenbosch est bâti sur une colline très marquée, contenant probablement un noyau de Diluvium graveleux. Elle est séparée par une petite vallée de celle d'Oud-Gastel, qui a renfermé notre erratique.

Si l'on admet son transport par voie naturelle, que faut-il penser de sa position stratigraphique? Le sable qui l'enveloppait autrefois ne

contient point de gravier et est ainsi probablement le Diluvium sableux. Or, celui-ci ne contient jamais des cailloux plus grands que de quelques millimètres, tout au plus, très rarement, de quelques centimètres, transportés par de petits glaçons. Il faudra ainsi probablement considérer cet erratique comme le dernier reste d'un Diluvium graveleux, érodé à sa partie supérieure, mais représenté encore par l'argile qui l'a porté et qui serait ainsi l'équivalent de celle que nous avons retrouvée presque partout en Brabant sous le Dil. grav.

Dans notre note („Sur la Distribution", etc.) nous avons supposé que le sable d'Oud-Gastel est d'un âge glacial et par là semblable à celui du „Heymenberg" près de Reenen, etc. et qu'on pourrait par conséquent s'attendre à y trouver quelques erratiques. Nous avons aussi supposé qu'il a été transporté par l'homme, il y a des siècles, à Oud-Gastel. La connaissance de l'homme préhistorique ainsi que l'histoire présentent assez d'exemples de ces tours de force inutiles. Comme cette dernière hypothèse ne fait que déplacer la difficulté, et comme d'autres erratiques assez volumineux ont été constatés en Belgique, nous la laissons tomber. Pour le moment nous ne voyons d'autres alternatives que celles que nous avons émises page 69, et nous persistons à ne voir dans cet erratique aucune preuve d'une *moraine inférieure* détruite en cet endroit, même si l'erratique porte des strics glaciaires incontestables. Tant qu'aucun erratique scandinave n'aura été trouvé *in-situ* dans un „*Geschiebelehm*" bien démontré, nous considérerons l'existence passée de cette *moraine* comme possible, il est vrai, mais nullement comme prouvée.

M. Delvaux a consacré à l'erratique d'Oudenbosch deux petites publications. Dans la première: „Quelques Mots sur le grand Bloc erratique d'Oudenbosch près de Breda et sur le Dépôt de Roches granitiques scandinaves découvert dans la Région (Mem. Soc. mal. de Belgique. Tome XX, 1885.) il décrit la situation originale du bloc près d'Oud-Gastel. Selon lui, il reposait „*sur*" (pag. 7) l'argile, ce qui s'accorde parfaitement avec ce que nous en avons dit, à savoir qu'il se trouve dans le sable fin *au-dessus* de l'argile. Cette argile a été enlevée en partie pour en faire des briques, et si nous concevons bien le raisonnement de M. Delvaux, il admet que cette argile a aussi entouré et peut-être recouvert l'erratique et il la considère comme une *argile à blocaux.* Ce raisonnement ne nous paraît pas trop bien fondé, parce que la présence d'une argile seule n'est nullement une preuve de la présence d'une argile à blocaux, qui doit être démontrée séparément. Le tableau du sondage de Roosendaal, exécuté par M. van Ertborn et reproduit par M. Delvaux (l. c. pag. 11), prouve aussi la présence d'une épaisse couche d'argile

(30 m.); mais celle-ci peut être aussi bien une simple argile sédimentaire, ce que nous considérons comme plus probable.

Dans la seconde publication, intitulée: „Sur l'Exhumation du grand Erratique d'Oudenbosch" (Ann. Soc. géol. Belg. Bull. 1886), il mentionne son transport au collège jésuite. Selon M. V. Becker, professeur à ce collège, il a un volume de 1,75 m³., pèse environ 5000 k.g. et possède de magnifiques stries glaciaires. Nous l'avons vu nous-même en compagnie de M. Delvaux et nous avons également vu les stries. Quoique celles-ci ne soient pas droites, nous sommes cependant porté à les considérer comme stries glaciaires, attendu que le plan qui les porte, est poli et lisse. L'erratique a les dimensions suivantes: 1,12 × 1,41 × 1,80 m. et est composé d'un granit gris-clair a éléments très petits et d'un autre plus grossier, mais de la même couleur, contenant de beaux macles d'orthose et de nombreuses paillettes de biotite noire. Il n'était presque point décomposé et présentait des arêtes arrondies.

Quant aux nombreux autres blocs de roches scandinaves, „recueillis „hors de l'agglomération, à une certaine distance des villages, loin de „toute habitation, en pleine campagne, dans la bruyère ou dans des „endroits déserts", selon M. Delvaux, nous ne pouvons pour le moment qu'admettre qu'ils y sont en réalité, mais qu'il reste toujours encore à démontrer dans quelles relations stratigraphiques ils s'y trouvent. Si l'on admet avec M. Delvaux qu'ils sont les derniers vestiges d'une *moraine inférieure* détruite par l'érosion, il est permis d'espérer qu'on retrouvera quelque part de cette *moraine* une trace encore reconnaissable.

Selon nous, les erratiques volumineux au sud de la Meuse se trouvent dans le Diluvium stratifié glacial (entremêlé) ou bien dans un dépôt post-glacial, qui n'a pas encore été constaté au nord de cette rivière, et qui résulte de la destruction de la *moraine inférieure*.

Un dépôt analogue au premier a été découvert par M. Wahnschaffe au bord septentrional du Hartz („Mittheilungen über das Quartär am Nordrande des Harzes". Zeits. der D. geol. Gesells. 1885. Pag. 87). C'étaient des graviers d'origine hercynique mêlés à d'autres d'origine scandinave, qui s'étendent jusqu'aux promontoires du Hartz et même entre ceux-ci; ils sont ainsi parfaitement analogues à notre Diluvium glacial stratifié. Localement, ils sont couverts par des dépôts morainiques qui restent toujours à une certaine distance du bord septentrional des montagnes, et ne se sont par conséquent pas étendus aussi loin que les dépôts aquatiques d'une composition pétrographique plus ou moins semblable.

La limite entre le Diluvium rhénan et l'entremêlé de Staring devra également être tirée bien plus au sud. Nous avons mentionné ci-dessus (pag. 87) la trouvaille d'un bloc d'un beau porphyre jaune dans la bruyère de Mook; nous en avons trouvé de pareils bien plus loin au sud. Dans le village de Dingden, entre Bocholt et Wesel, bien connu par ses fossiles miocènes, on voit de nombreux erratiques de granit dans les rues et sur la colline qui s'élève derrière ce village. Nous avons remarqué sur plusieurs un poli et de très belles stries glaciaires.

Ce fait n'est pas nouveau, car M. von Dechen en parle déjà dans ses: „Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen II, 1884". L'auteur a tracé la limite méridionale de la dispersion des erratiques scandinaves, presque exclusivement des granits, sur la „Geologische Uebersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westphalen". Malheureusement, elle n'est visible que sur la rive droite du Rhin, là où elle parcourt les formations méso- et paléozoïques. Elle traverse le Rhin un peu en amont de Duisburg et n'est plus continuée sur la rive gauche dans le terrain quaternaire. En effet, cette formation entière a bien été traitée un peu en marâtre par l'éminent géologue.

Les erratiques les plus remarquables qui sont nommés dans cet ouvrage sont les suivants. A l'est de Burgsteinfurt sur le „Holliger Feld" se trouve un erratique de gabbro qui fut d'abord considéré comme roche solide par le propriétaire, parcequ'il avait fait creuser jusqu'à 5 m. de profondeur sans en atteindre la base. Un second bloc d'une jolie taille, connu sous le nom de „Holtwicker Ei" (Oeuf de Holtwick), se trouve un peu au nord du village de ce nom. Il a une hauteur de 4 m., 7 dont $\frac{3}{5}$ se trouvent sous terre. Le poids en a été évalué à 150000 k.g. Entre Gros-Rekken et Heiden, à l'est de Borken, se trouve la Pierre du Diable, („Der Düvel-Steen") perchée sur une colline de sable. C'est probablement le dernier des 4 erratiques qui y gisaient encore en 1869 et des 24 grands blocs de 1821.

Bien loin au sud de notre province de Drenthe, et dans un territoire qui correspond sans doute au Diluvium entremêlé de Staring, on rencontre ainsi des erratiques dont les dimensions égalent ou surpassent même celles des blocs de nos célèbres „Hunnebedden".

Chapitre VI. **Le Diluvium scandinave.**

Staring fait du Vecht d'Overyssel la limite entre ses Diluvia scandinave et entremêlé. Outre les trois provinces septentrionales, une petite partie

de l'Overyssel se trouve dans le territoire du premier; ce sont les environs des villes de Steenwijk et de Vollenhove, ainsi que les îles de la Hollande septentrionale.

Nous n'avons visité nous-même que quelques points de ce territoire. Le point le plus méridional en est un petit promontoire le „Voorst" situé au sud-ouest de la ville. Il a une pente douce vers l'intérieur, mais un versant escarpé, même vertical du côté de la mer. Cette partie a une longueur de 650 et une hauteur de 3 à 4 mètres. Elle offre un spectacle tout à fait inattendu dans les Pays-Bas. L'escarpement en est assez irrégulier, il forme des parties protubérantes et même de petites grottes. Le matériel doit ainsi être bien dur; il se compose d'une argile sableuse brunâtre entrêmement compacte, dont parfois la partie inférieure est noirâtre et rappelle ainsi l'argile noire trouvée par Berendt et Meyn à Winschoten. Elle est absolûment instratifiée, mais montre des plaques irrégulières endurcies par l'hydroxyde ferrique et une multitude de petites fissures irrégulières qui sont cause que des fragments s'en détâchent. Elles saillent en plusieurs points, surtout à la base. L'argile est si dure qu'on ne peut que très difficilement en extraire avec le marteau les pierres qu'elle contient. Les nids de l'Hirundo riparia ne se trouvent pas non plus dans l'argile intacte, mais seulement dans la couche supérieure, qui est colorée de noir par la terre végétale et dégagée par la gelée. Par l'action des vagues, de la pluie et du soleil, des parties de l'escarpement se détachent régulièrement. Elles sont lavées par les vagues, le sable reste en place et l'argile en suspension est entraînée pour se déposer ailleurs. On voit un grand nombre de blocs arrondis, dispersés sur la plage; d'autres se trouvent encore en place et sans ordre dans l'argile elle-même. Leurs dimensions varient de quelques centimètres à 1 m., 5, leur composition présente assez de variation; ce sont des granits, des gneiss, des amphibolites, des syénites, des diorites, des grès-quartzites et beaucoup de silex souvent de dimensions considérables et de formes grotesques. On voit de ces derniers qui sont tout noir, avec une croûte blanchâtre et poudreuse et sans bryozoaires; d'autres sont bruns ou jaunâtres et contiennent une foule de ces fossiles, d'autres encore contiennent des *Ananchytes ovata* plus ou moins complètes. Nous n'avons pu découvrir que quelques fragments de roches calcaires, ainsi qu'un bloc de basalte, mesurant 3 d.m. sur 1 et 1 d.m. Parmi ces erratiques il y en a une grande quantité qui sont polis et striés magnifiquement.

L'origine de ce polissage et de ces stries n'est pas douteuse; ils sont produits par la glace compacte en mouvement sur le sol. En outre

l'absence totale d'une stratification quelconque dans l'argile, ainsi que la présence de minces lentilles de sable tordues et contournées font reconnaître cette argile comme la *moraine inférieure*, qui a donc en cet endroit une épaisseur mesurée de 4 mètres minimum.

Une fois l'argile du „Voorst" de Vollenhove reconnue comme évidemment glaciale, on se convainc aisément que c'est la même argile qu'on rencontre dans l'île d'Urk. Là, nous n'avons pas pu attraper un profil géologique, mais nous avons vu les mêmes blocs arrondis de granit, etc., jusqu'à 2 d.m. de diamètre, dont quelques-uns étaient très bien polis et striés.

Le célèbre „Roode Klif" (Escarpement rouge) près du village de Stavoren en Frise, doit son nom à cette même argile sableuse et brun-rougeâtre. Ce promontoire est mieux protégé contre les vagues et par conséquent moins intéressant pour le géologue. Nous y avons recueilli plusieurs cailloux d'origine scandinave, ainsi que des silex, dont quelques-uns portent des stries évidentes.

Un quatrième point, qui eût été singulièrement propre à des études géologiques est la ville de Steenwijk en Overijssel. Elle porte son nom de la quantité de pierres qu'on y trouve et qui ont donné lieu jadis à un commerce régulier. L'hiver, des ouvriers munis d'une sonde de fer les cherchent et les déterrent dans les champs sur les collines à l'est et au nord de la ville et les emmènent au port. Là, on trouve ainsi en plain air un véritable musée de roches différentes et il est aussi facile que près de Vollenhove d'y choisir des exemplaires polis pourvus de magnifiques stries glaciales. La présence de la *moraine inférieure* dans les collines du voisinage est ainsi rendue plus que probable. Staring a, dans son temps, déjà fixé l'attention sur les collines si fertiles et bien cultivées de Steenwijk et sur le contraste qu'elles font avec celles d'Overyssel et de la Gueldre qui sont si stériles. Quant aux roches représentées dans les monceaux du port de Steenwijk, ce sont encore les mêmes qu'a Vollenhove. Je n'y remarquai qu'une quantité bien minime de quartz blanc et de basalte; les calcaires paraissaient faire entièrement défaut; selon M. Ali Cohen de Groningue on en aurait cependant trouvé assez en creusant la coupure du chemin de fer. D'après les informations obtenues, les erratiques se rencontrent un peu sous la surface du sol dans l'argile.

La colline de Steenwijkerwold (au nord et tout près de Steenwijk) est remarquable sous plusieurs points de vue. D'abord il se trouve là une traversée du chemin de fer (de Meppel à Leeuwarden) qui a une profondeur d'environ 10 m. En 1884, aussi bien qu'en 1874, lorsqu'elle

fut visitée par Berendt & Meyn, elle était entièrement couverte de bruyère. Cependant, nous avons pu rassembler par des informations quelques détails sur le terrain traversé. La colline se compose d'une argile extrêmement dure, impossible à travailler à la bêche. Elle devait être dégagée au moyen de pics et de leviers en fer, ou par une grande charrue tirée par six chevaux. Comme l'argile contenait partout des erratiques, le soc s'arrêtait souvent sous un de ces blocs pour se détacher à un moment inattendu, de sorte que cette méthode n'était pas très pratique.

Les fondements des piliers du pont de la chaussée qui traverse la coupure devaient être faits en béton, d'après le projet prescrit, précaution entièrement superflue. Ce n'est qu'avec la plus grande peine et au moyen de leviers en fer qu'on réussit à détacher l'argile compacte.

Il nous semble ainsi évident que la colline de Steenwijkerwold et Willemsoord appartient à la *moraine inférieure*. Cette supposition est encore renforcée par l'aspect particulier de la surface de cette colline. Elle est en partie cultivée, en partie encore couverte de bruyère. Nous y avons remarqué plusieurs bassins plus ou moins circulaires, remplis de tourbe, dont la surface reste à 1 m. au-dessous de celle du sable environnant. Un de ces petits bassins avait un diamètre de 56 mètres. Un peu plus près de la Colonie agricole de Willemsoord, la bruyère forme plusieurs collines ou des chaînons qui communiquent et entourent de petites vallées. Celles-ci sont à leur tour remplies de tourbe ou l'étaient du moins jadis. Elles étaient d'abord des étangs, qui furent peu à peu encombrés par des restes de végétaux. Le tout constitue un *paysage morainique* en miniature.

Avant de quitter Steenwijk nous voulons encore mentionner une petite coupure du „Havelterberg", où se trouvent deux dolmens et qui est située à l'est de la ville. Cette colline est assez considérable et montre, à sa partie méridionale, une rainure produite par l'eau de pluie. On y aperçoit très bien la glaise sableuse avec plusieurs blocs de granit, larges de 4 d.m., et un grand nombre de petits silex. C'est le seul point où nous avons réellement vu le *Geschiebelehm* dans les environs de Steenwijk.

Un dernier phénomène qu'on a l'occasion d'observer dans cette partie de la Néerlande est l'alternation frappante des terrains sableux et tourbeux. Rien qu'en allant de Meppel (ou mieux de Ruinen, qui se trouve au nord-est de cette ville) à Heerenveen, le terrain ne change pas moins de neuf fois d'aspect. Tantôt on se trouve sur un terrain ondulé, sableux, sec, couvert de bruyère ou de champs cultivés, tantôt on traverse une plaine basse, marécageuse, couverte de prairies horizontales, monotones, où un grand nombre de tourbières sont en exploitation. Staring a bien

remarqué ce phénomène, mais il ne lui a point donné l'importance qu'il mérite; il parle bien (B. v. N. II. Pag. 29 et 32) d'une direction générale des collines principales du N. O. au S E. et d'une direction des collines secondaires rectangulaire sur la première, mais en veut chercher l'explication dans des élèvations de l'écorce terrestre ou dans la configuration des terrains subjacents. Comme nous l'avons démontré plusieurs fois en nous occupant du Diluvium entremêlé, le relief du sol est en partie la suite de l'érosion, dont l'effet est aussi évident qu'on peut le désirer dans cette partie de la Frise et de la Drenthe. Selon Staring (l. c.), on rencontre partout le Zanddiluvium au-dessous des tourbières basses précitées, et ce Zanddiluvium borde partout le Diluvium graveleux scandinave. Qu'on se représente les différents ruisseaux, résultant de la fonte de la glace scandinave ou de la neige qui tombait encore en profusion dans les hivers après que ce glacier s'était retiré. Ces ruisseaux devaient naturellement éroder leur lit de sable et d'argile; en changeant leur cours, ils le remplissaient en partie de sable et sur ce sable la tourbe commença peu à peu à se développer. Les petits cours d'eau parfois navigables ne seraient ainsi que les restes des ruisseaux beaucoup plus considérables de la fin de l'Époque quaternaire. En allant du sud au nord ce sont: „Echtener Stroom" ou „Oude Diep", „Ruiner Aa", „Oude Smilde", „Steenwijker Aa", „Linde", „Kuinder" ou „Tjonger", qui sont toutes plus ou moins parallèles et ont produit le relief particulier de ce territoire.

Le „Hondsrug" en Groningue.

A l'égard de cette colline classique pour la géologie, qui prend son nom de sa forme allongée (Dos de Chien), nous voulons faire une exception à la règle que nous nous sommes imposée de ne pas nous occuper des travaux géologiques antérieurs au grand ouvrage de Staring. Celui-ci ne fait pas mention d'un travail de M. Ali Cohen de Groningue qui mérite cependant à un haut degré l'attention des géologues. Ce travail se trouve dans un journal périodique presque entièrement oublié aujourd'hui, le „Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie" de l'année 1842 et est d'une grande valeur surtout à cause des profils géologiques de cette colline, les seuls qui en aient été dessinés. Nous les reproduisons dans nos figures 9, 10, 11 et 12; pl. IV. Dans ces différents profils nous reconnaissons plusieurs éléments, d'abord la partie 2, qui est composée principalement de galets, généralement arrondis, souvent bien polis ou

striés, et qui contient aussi les fossiles, coraux, etc., qui ont rendu le „Hondsrug" si célèbre. Ensuite nous avons une argile 3, qui est tantôt presque pure et très plastique, tantôt plus sableuse. A une profondeur de 6 à 7 m., on rencontre généralement une argile très visqueuse, qui a une épaisseur de 10 à 15 m. et est appelée „Argile à poterie" (Potklei) à cause de l'usage qu'on en fait. Le troisième élément est le sable 1 qui est souvent instratifié comme les autres éléments, et est tantôt argileux, tantôt non. Le chiffre 4 est la terre labourée, rendue noire par l'humus. Cette partie est surtout épaisse dans la figure 11, qui représente une coupure faite dans la rue dite „Boteringestraat". Elle n'y est composée en partie que de terrain rapporté. Enfin le chiffre 5 représente une terre noire, appelée „Pikgrond" (Terre-poix) à cause de sa couleur et de sa viscosité; elle n'est probablement qu'une modification de l'argile à poterie.

Les figures 11 et 12 (pl. IV) sont les plus simples. On y aperçoit les différents éléments formant des couches assez régulières. Les figures 9 et 10, qui représentent des excavations, faites dans le champ d'exercice à Helpman, tout près de Groningue, sont beaucoup plus compliquées; la première est composée de trois profils qui forment ensemble un arc de cercle. On y voit les différents éléments, stratifiés à la base, mais contournés et entremêlés l'un dans l'autre d'une manière très bizarre. Ce phénomène ne peut être expliqué qu'en admettant une force quelconque qui aurait exercé une forte pression verticale et horizontale: la glace en mouvement. En reliant ces profils avec d'autres, découverts en Néerlande, et connus en Allemagne, Angleterre, etc. on les trouve d'une analogie parfaite avec ceux de la *moraine profonde* du grand manteau de glace scandinave.

Dans la figure 10 le sable 1 renferme dans sa partie supérieure des masses argileuses irrégulières. Le „Steenbank" 2 (Banc à pierres) contient souvent des fossiles magnifiques quoique fragiles, ce qui a longtemps paru un fait inexplicable. On sait maintenant que ces coraux sont silicifiés et ne sont devenus libres que par suite de la dissolution du calcaire des erratiques qui les contenaient. L'épaisseur de ce „Banc à pierres" varie entre 1 et 2 mètres.

M. Martin (Niederlaendische und Nordwestdeutsche Sedimentaergeschiebe) parle à plusieurs reprises du Hondsrug. Il cite la succession des couches de sable, d'argile et d'erratiques que M. Ali Cohen a démontrées, mais combat avec raison sa coupe théorique, puisqu'elle ne peut être fondée sur les profils obtenus. Il insiste sur la forme arrondie des galets, parmi lesquels il n'en a point reconnu de forme subangulaire. Un fait assez important

que relève l'auteur, mais qui paraît avoir échappé à l'attention de M. Cohen, est la présence de pierres brisées, dont les fragments ont parfois été trouvés à un mètre de distance l'un de l'autre. M. Martin en explique la formation par la pression de glaçons sur la plage. La présence de traces de Balanides sur plusieurs des cailloux pourra être expliquée par une retraite temporaire ou définitive du manteau de glace, pendant laquelle la mer a envahi le territoire devenu libre.

Dernièrement, M. van Calker de Groningue a publié un traité sur quelques coupures faites dans le Hondsrug à l'occasion du démantèlement de la place fortifiée („Beiträge zur Kenntniss des Groninger Diluviums". Zeits. der Deutsch-geol. Ges. XXXVI. 1884). Plusieurs de ces coupures ont traversé l'argile de la *moraine inférieure*, dont on peut extraire un sable bigarré, contenant des paillettes de mica et qui est souvent riche en calcaire et constitue alors une marne. Un grand nombre d'erratiques polis et striés, tant de roches plutoniennes que de calcaire silurien, ont été trouvés en différents points. En vain M. van Calker a cherché un bon profil montrant les différents terrains, pressés et enchevêtrés l'un dans l'autre d'une manière distincte. Cependant l'arrangement des erratiques, du sable et de l'argile à côté l'un de l'autre et les nids de gravier dans l'argile, lui ont laissé peu de doute sur le caractère réel du sol. On avait à faire à une *moraine inférieure* bien développée. M. van Calker cite aussi les beaux profils dessinés par M. Ali Cohen, il y une quarantaine d'années, qui lui ont fait l'impression d'appartenir à cette même *moraine*. Pourtant il hésite à se prononcer sur cette matière, n'ayant vu que les figures seules. La reste de la publication a rapport à une description des roches représentées parmi les erratiques, pour laquelle nous renvoyons à l'original.

Le Hondsrug se continue à travers la province de Drenthe. M. van Calker a été dans l'occasion d'étudier une coupure de sa partie méridionale à Nieuw-Amsterdam dans un canal des hautes tourbières (Zeits. der Deutsch. geol. Ges. 1885. „Diluviales aus der Gegend von Neu-Amsterdam"). Il observa au-dessous de la tourbe une couche de sable fin, d'épaisseur variable et dont la surface inférieure était ondulée, pliée même, et formait parfois des protubérances dans l'argile qui se trouvait en-dessous. Celle-ci était vert-jaunâtre et riche en blocaux, parfois de 1 à 2 m. en diamètre. Ces erratiques sont de nature différente, appartiennent à des roches scandinaves et baltiques et sont souvent polis et striés. Ce sont des Rapakivi d'Aland, des Dalaquartzites, des silex à Ananchytes ovata, différents quartzites, des calcaires, des diabases et des gabbros et naturellement surtout des granits et des gneiss avec des por-

phyres, parmi lesquels un „rhombenporphyr" des environs de Christiania.

M. van Calker y fait aussi mention d'une molaire de mammouth trouvée dans le sable en 1884, en creusant pour la construction d'une écluse à Nieuw-Amsterdam, non loin de Coevorden en Drenthe. Elle gisait à 2 m. de profondeur dans le sable, qui est à son tour recouvert de 2 m. 70 de tourbe. L'auteur ne nous dit pas à quel sable nous avons à faire, si c'est le Diluvium sableux ou bien une partie du Diluvium graveleux. M. Hartogh Heys van Zouteveen a soigneusement examiné cette molaire („Nieuwe Drentsche Volksalmanak", 1885), et („Provinciale Drentsche en Asser Courant", 1884, N°. 226). Il conclut que c'est la cinquième molaire droite de la mâchoire inférieure; elle a 17 c.m. de haut, 28 c.m. de long et 10,5 c.m. de large; le plan de mastication est de 21 c.m. sur 9,5.

Les observations de M. Ali Cohen, quoique relativement anciennes, sont les plus instructives pour la connaissance de la structure du Hondsrug. Ses profils nous apprennent que l'argile à poterie est couverte par des éléments plus grossiers, sable, gravier et erratiques, qui sont souvent mêlés entre eux et avec l'argile. Celle-ci ne contient des cailloux et du sable qu'à sa partie supérieure; il est donc probable qu'ils n'y ont été introduits que par suite de la pression de la glace quaternaire. Nous réservons pour la partie suivante la discussion de l'âge relatif de cette argile à poterie.

Les principaux Forages des Provinces septentrionales.

En 1872 un forage profond a été exécuté dans le „Kruidlaan" à Groningue, jusqu'à une profondeur de 113 mètres. Malheureusement personne dans cette ville, siège d'une université et possédant un musée minéralogique, ne paraît avoir conçu l'idée qu'il pourrait servir à quelque chose de rassembler des échantillons des terrains. Aussi M.M. van Calker et Ali Cohen en s'y établissant quelques années plus tard ne purent obtenir aucun renseignement.

Il en est un peu autrement d'un second forage, exécuté en 1885 à Zuidbroek. Nous n'avons pas pu en examiner les échantillons, qui n'ont pas été conservés, et nous devons nous en rapporter par conséquent à une petite note insérée dans la Nouvelle Gazette de Rotterdam du 18 Septembre 1885.

Selon cette note, l'argile à poterie s'étend depuis la surface jusqu'à 24 m. de profondeur; depuis là jusqu'à 33 m. elle est mélangée de sable, qui la remplace et se continue jusqu'à 59 m. Ce sable est très fin et est appelé „sable courant", à cause de sa mobilité quand il est trempé d'eau. Entre 59 m. et 66 on a traversé un sable blanc plus grossier et du gravier. En comparant ce résultat avec celui du forage d'Assen, on voit quelque différence. Ici on a rencontré un sable quartzeux très fin mêlé quelquefois de paillettes de mica ou de grains plus gros de quartz blanc, de grauwacke et de lydite entre la surface (12 m. + A. P) et 19 m, entre 20,5 et 22,8, 27,8 et 28,5, 29,6 et 44, 44,8 et 48,5 m.; les intervalles sont remplis par l'argile à poterie. Le sable très fin alterne ici plusieurs fois, ce qui n'est pas le cas à Zuidbroek; c'est là une irrégularité qui se présente souvent dans les dépôts stratifiés et qu'on peut facilement expliquer par leur structure lentillaire.

Quant à la zone intermédiaire entre les deux Diluvia (la vallée du Vecht en Overyssel), le seul forage dont nous ayons eu connaissance est celui de Dedemsvaart, exécuté en 1868 et dont nous avons récemment examiné les échantillons. Ce forage a atteint 32,5 m. de profondeur et a traversé une série de sables plus ou moins grossiers ou graveleux, bigarrés ou blancs, micacés ou non. Cette petite quantité de gravier contient des cailloux de granit, de silex et de grès. Aucun des cailloux ne dépassant 2 c.m. en diamètre, le gravier peut tout aussi bien être du Diluvium sableux que du Diluvium glacial stratifié. Le seul résultat géologique sur de ce forage est que ce n'est point le Diluvium scandinave qu'on y a rencontré et la question de la relation qui existe entre Diluvium scandinave et entremêlé n'en est pas plus avancée Sa profondeur peu considérable est la principale cause de cette incertitude.

Des rapports plus détaillés sur ces deux derniers forages se trouvent dans la „Nieuwe Drentsche en Asser Courant" du 30 Septembre et du 2 Octobre 1885. Les résultats plus ou moins négatifs en sont heureusement compensés par un autre forage très intéressant, exécuté en 1885—86 par la „Société d'Exploitation des Chemins de fer de l'Etat" à la station de Sneek, forage qui jette en même temps de la lumière sur ceux d'Assen et de Zuidbroek. Voici qu'elle est la répartition des terrains:

1. 0 —1,5 m. Sable quartzeux, mêlé de beaucoup de glaise et contenant des coquilles marines, Littorina littorea et Cardium edule.
2. 1,5—14,5 m. Sable fin, grains de quartz hyalins, alternativement plus ou moins grossiers; contenant parfois de l'argile, du calcaire ou des matières tourbeuses. Un opercule de la Bythinia tentaculata, trouvé à 6 m., des sporanges de Nitella et des valves de Cypris trouvés

à 6, 10 et 13 m., ainsi que de petits fragments de bois et de tourbe, prouvent son origine fluviatile. Cependant un fragment de Cardium edule à 6 m. de profondeur est une indication du voisinage de la mer, qui l'a probablement entraîné pendant une inondation. Çà et là se trouvent quelques rares petits cailloux de quartz.

3. 14,5—18,5 m. Sable à grains angulaires (0,5 m.m.), argileux et calcarifère, contenant des cailloux de granit (0,5 c.m.), de calcaire silurien, de silex, de gneiss, de quartzite micacé et plusieurs bryozoaires isolés. Cette couche nous rappelle l'*argile à blocaux* et nous considérons par conséquent le sable 2 plus récent comme constituant le Zanddiluvium et l'argile ou le sable argileux 1 comme un dépôt alluvial.
4. 18,5—27,5 m. Sable quartzeux fin, parfois argileux, calcarifère dans sa partie supérieure. Il contient des paillettes de mica et quelques cailloux de quartz, de lydite et de silex. On trouve à 21 m. plusieurs cailloux de 2 à 4 c.m. de silex, de quartzite micacé et de calcaire gris silurien avec une Orthis (?) et des stries glaciaires distinctes; à 22 et à 26 m., de petits fragments de calcaire gris et de feldspath, et à 24,5 m., des bryozoaires isolés. Le rapport qui existe entre cet étage et le précédent saute aux yeux. Pourtant le sable en soi a un caractère tout différent: il est plus fin, moins rude; les grains sont arrondis et émoussés, et c'est pour cette raison que nous voulons le séparer du précédent et le considérer non comme la *moraine inférieure*, mais comme un produit de lavage de celle-ci, comme une couche qui l'a précédée et en a été recouverte ensuite. Cette couche représente ainsi ce que nous avons nommé ailleurs le „Diluvium glacial stratifié".
5. 27,5—29,5 m. Sable quartzeux fin, gris brunâtre, calcarifère, presque sans mica et ressemblant fort au précédent, auquel nous le rattachons. Vers le bas, il devient plus argileux et passe ainsi dans la couche suivante.
6. 29,5—32,5 m. Argile sableuse gris-brunâtre, micacée.
7. 32,5—55,5 m. Une série de couches de sable quartzeux, qui est tantôt très fin et micacé, tantôt plus grossier. Les grains de quartz ne dépassent que rarement 1 m.m.; souvent même ils n'atteignent qu'un dixième de ce diamètre. Les couches supérieures contiennent un certain nombre de petits piquants d'Echinocardium cordatum, qui prouvent leur origine marine. Pourtant de menus fragments de bois et même quelques chatons de Betula alba encore reconnaissables indiquent la présence de la terre ferme. C'est donc probablement

un dépôt de plage. Parfois le sable contient de petits cailloux (0,5--1,5 c.m.) de quartz, grès, lydite, grauwacke, schiste, quartzite et silex. Quelques autres, savoir un petit caillou de granit et un autre de feldspath (45,5 et 46,5 m.) nous reportent à la Scandinavie. Cependant leur extrême rareté n'implique pas la présence du „Diluvium préglacial". On conçoit facilement qu'un sable marin, dépôt de plage probablement, puisse s'amasser sans subir l'influence du glacier scandinave quaternaire, et être composé entièrement d'éléments apportés du sud et que pourtant quelques rares et menus fragments d'origine éloignée s'y introduisent par hasard. Tel a été le cas de ces menus cailloux de granit et de feldspath, qui sont probablement venus flotter sur des glaçons très petits et peuvent avoir fait ainsi un voyage assez considérable. Le *caractère* du dépôt n'en est pas modifié. Vers le bas, les couches de sable grossier deviennent plus fréquentes, et même entre 52 et 52,5 m. on peut parler d'un véritable gravier, contenant des cailloux de 0,5 c.m. et même de 1,5 c.m. Presque tous ces cailloux sont des quartz blancs, accompagnés de quelques lydites et grauwackes.

8. 55,5—57 m. Sable très grossier et gravier. Mêmes roches rhénanes que les précitées. Diluvium préglacial incontestable. Beaucoup de cailloux atteignent 2 et 2½ c.m.; les quelques silex noirs sont probablement d'origine méridionale, comme ceux du forage de Zeist.
9. 67—60 m. Glaise noire, mêlée avec un peu de sable.
10. 60—63 m. Gravier rhénan comme le précédent, mêlé de sable grossier et de glaise noire. Les cailloux sont pourtant moins nombreux et ne dépassent point 2 c.m.; un seul atteint 3 c.m.
11. 63—111,5 m. La même glaise noire, très plastique, calcarifère. Çà et là quelques petits cailloux de quartz, etc. mesurant tout au plus 1 c.m. La couleur noire, n'étant due qu'à des matières organiques, est d'une intensité inégale. Parfois même la glaise est grise.
12. 111,5—118,5 m. Argile gris-clair, mêlée d'un sable très fin et de paillettes de mica.
13. 118,5—132 m. La même argile passant en sable argileux par la proportion croissante des grains de quartz, qui augmentent vers le bas.

Nous avons rapporté la couche 7 au „Diluvium préglacial", le terme le plus ancien du Quaternaire néerlandais que nous connaissions. Les couches 8 à 10, dont la dernière est graveleuse, y appartiennent par conséquent aussi. Nous ne voyons pour le moment aucune raison d'accorder à la glaise noire (11—13) un âge tertiaire, et considérons le dépôt en son entier comme quaternaire.

En comparant le forage de Sneek avec ceux d'Assen et de Zuidbroek, on voit la célèbre argile à poterie (la glaise noire) s'étendre à Sneek de 111,5 à 63 et de 60 à 57 m. au-dessous de la surface. Si l'on veut y rattacher l'argile gris-clair, qui n'en diffère pas beaucoup, elle s'étend jusqu'à 118,5 m. de profondeur. Elle ne renferme qu'une couche de gravier sableux entre 63 et 60 m. et est recouverte par 57 mètres de dépôts principalement sableux. Ceux-ci appartiennent en partie au Diluvium préglacial, en partie au Diluvium glacial, y compris la *moraine inférieure*, et en partie au Diluvium sableux (Quaternaire postglacial). A Assen, l'argile à poterie se rencontre aussi, mais ne forme que des couches peu épaisses qui alternent avec un sable quartzeux très fin, contenant quelques petits cailloux. Comme il n'y a aucune trace de roches scandinaves, nous considérons tout le terrain perforé comme appartenant au Diluvium préglacial. Le forage de Zuidbroek nous présente un cas assez analogue: l'argile à poterie repose sur du sable qui devient plus grossier vers le bas et passe en gravier entre 59 et 66 m. de profondeur. Pour nous, il n'y a aucun doute que ce gravier n'est que du gravier rhénan et que tout le terrain perforé est ici encore du Diluvium prégacial. Le résultat de la comparaison de ces trois forages est ainsi en parfait accord avec ce que nous avons aussi trouvé ailleurs; la *moraine inférieure* ne s'est pas déposée sur les hauteurs, mais dans les terrains plus bas; les hauteurs au contraire appartiennent à un étage du Quaternaire plus ancien. Ainsi à Zuidbroek le Quaternaire préglacial vient à la surface (± 2 m. + A. P.), ainsi qu'à Assen (12 m. + A. P.), tandis qu'à Sneek l'argile à blocaux reste à une distance de 15 m. de la surface, (± 13 m. — A. P.); la couche de Sneek qui correspond probablement à la surface d'Assen et de Zuidbroek se trouve à 27,5 m. — A. P. (argile, couche 6).

L'Ile de Tessel.

Cette île, dont le noyau est composé, selon Staring, du Diluvium scandinave, ne nous a fourni que très peu de données nouvelles. Le seul profil que nous ayons pu y découvrir est celui d'une petite sablière d'une colline située à l'O.N.O. du village d'Oude Schild et au S.E. de celui de Den Burg. La partie découverte était entièrement sableuse. Le sable ne contenait que très peu de pierres, surtout dans la partie supérieure. La plus grande était un bloc irrégulier de quartzite, mesurant 3 d.m. en diamètre. La plupart étaient plus ou moins arrondies, mais ne

montraient point de polis ou de stries, puisqu'elles étaient décomposées à un certain degré. Les roches étaient d'abord des silex noirs et opaques ou plus clairs, bruns, translucides et remplis de bryozoaires, puis des quartzites et des grès de différente couleur, un porphyre-felsite noir et très dur, un autre porphyre couleur de chair, différentes variétés de granit, généralement très décomposé, du syénite-granit et du gneiss. Le quartz blanc manquant entièrement, nous avons probablement devant nous le Diluvium scandinave, quoique plusieurs des quartzites et des grès soient peut-être d'une origine méridionale.

La sablière a une profondeur de 7 m., 5, dont seulement les 3 m. supérieurs sont bien visibles; nous en avons donné la figure 17, pl. III. La partie supérieure est constituée par un sable gris-clair, contenant beaucoup de fragments de coquilles, et ayant été apporté par l'homme pour améliorer le sol. Elle a une épaisseur de 20 c.m. et repose sur 15 c.m. de sable, rendu noir par la terre végétale. La majeure partie du reste est composée d'un sable fin, jaunâtre, un peu ferrugineux (3). Parfois l'hydroxyde ferrique s'est concentré en plaques durcies, très irrégulières. On y voit enfin une semblant de stratification verticale, qui fait penser à un dérangement des couches.

A côté de ce sable jaunâtre, on en découvre un autre qui est grisâtre, un peu plus grossier et argileux. Il est en conséquence plus compacte, et forme des masses irrégulières et bizarres, protubérantes. Deux de ces masses (4) dont l'une est ovale, s'aperçoivent au premier coup d'oeil et se terminent en haut d'une manière très curieuse. Elles y forment plusieurs digitations dans le sable jaunâtre. Il nous semble que la manière la plus naturelle d'expliquer ce phénomène est d'admettre que cette colline est un vestige d'une *moraine profonde*, composée de sable.

En différents endroits de l'île nous avons observé des erratiques assez volumineux de granit et de quartzite. On ne put nous dire s'ils avaient été tirés du sol, et cela nous paraissait aussi peu probable, puisque les paysans avaient attaché aux filets, couvrant leurs fenils, non des pierres naturelles, mais des briques ou même des tuiles, preuve que les premières sont bien rares dans le sol de cette île.

Ils y ont probablement été apportés du continent pour fortifier les digues, dont ils auraient été enlevés pour servir de bouteroues.

Chapitre VII. **Comparaison du Diluvium entremêlé et du Diluvium scandinave. Récaputilation.**

Nous nous rappelons les différences que Staring a remarquées entre ces deux divisions: l'absence de roches rhénanes, principalement de cailloux de quartz blanc, et la plus grande abondance de roches plutoniennes scandinaves dans la seconde. Celle-ci contient en outre localement (à Groningue et à Urk, mais en moindre quantité) une abondance de calcaires siluriens et de silex qui sont probablement d'âge crétacé et qui remplacent les quartz blancs du Diluvium rhénan. Or, M. Martin prouvé que cette différence n'est pas tout à fait absolue, puisqu'il a trouvé parmi les roches du „Lochemerberg" plusieurs fossiles des Formations silurienne et crétacée de la Baltique qui ne sont donc pas uniquement propres au Diluvium scandinave. Il fait aussi mention de blocs de grès à Spirifères trouvés dans les provinces de Groningue et de Frise. L'extrême rareté de ces derniers dans nos provinces septentrionales est pour nous un motif de ne pas changer les divisions de Staring, d'autant plus que selon notre manière de voir, on peut s'attendre à trouver quelque part dans le nord de notre pays des traces du Diluvium rhénan. Nous avons aussi trouvé de ces traces, savoir quelques cailloux de quartz blanc, à Steenwijk (pag. 88), et quelques autres près de Zuidwolde dans la province de Drenthe à côté de la route de Hoogeveen.

Dans les différentes localités du Diluvium scandinave que nous avons visitées nous-même, comme le „Voorst" de Vollenhove, Steenwijk, le „Roode Klif" à Stavoren et l'île d'Urk, ou dans celles dont nous possédons un profil géologique, comme le „Hondsrug" de Groningue, nous avons d'abord remarqué la plus grande épaisseur de la *moraine inférieure* (surtout à Vollenhove). Elle s'y compose principalement d'une argile sableuse avec un grand nombre de blocs volumineux et bien striés. A Steenwijk on n'a, ainsi qu'à Urk, que l'embarras du choix pour se procurer les plus belles stries glaciaires. La *moraine inférieure* du Diluvium entremêlé diffère notablement; elle est généralement sableuse, les blocs striés y sont plus rares et l'épaisseur du dépôt est bien moindre; elle s'exprime en décimètres, tandis que dans le nord de notre patrie elle a souvent une épaisseur de plusieurs mètres. Aussi étions nous tenté de paralléliser cette *moraine* avec celle de la dernière extension du manteau de glace qui n'aurait pas dépassé la latitude de la petite rivière du Vecht en Overyssel. Elle aurait été ensuite partagée par l'érosion de l'eau courante et de la mer en nombre de collines séparées comme celles de Tessel, de Wieringen et d'Urk, le „Roode-" et „Mirdumer

Klif", la colline de Koudum en Frise, le „Hondsrug", etc. Plus tard la mer a déposé du sable et de l'argile dans les parties basses et les a reliées ainsi entre elles.

Quant au Diluvium entremêlé, nous avons voulu en paralléliser la partie supérieure avec *l'argile à blocaux* inférieure des Allemands. Elle devrait ainsi s'étendre au-dessous du Diluvium scandinave, ce qui serait assez difficile à démontrer. Nous avons essayé de trouver quelque indication d'une pareille superposition en examinant les deux divisions à l'endroit où elles se rapprochent le plus l'une de l'autre, c'est à dire aux deux côtés du Vecht. Nous y avons vu d'abord le „Lemelerberg" en Overyssel. Staring a dit quelque part que sa partie septentrionale est couverte presque exclusivement de silex; sa partie méridionale au contraire de quartz blancs. Cela ferait supposer une limite nette entre les deux Diluvia. En visitant la colline, nous avons fait spécialement attention à ce fait, mais nous n'avons pu découvrir aucune différence réelle. La colline est du D. e. bien typique et ressemble à toutes les collines élevées et un peu escarpées de ce territoire; les roches scandinaves y sont représentées (mais rien de plus), la *moraine inférieure* a disparu (où ne s'est pas développée) pour la plus grande partie et on ne voit presque rien que des cailloux rhénans. Le „Bestmer Berg", situé plus au nord, et le versant septentrional de la grande colline d'Ootmarssum, non loin de Hardenberg, présentent absolument le même aspect; on y est décidément dans le D. e. Ensuite, ayant traversé la grande vallée du Vecht, en allant à Hardenberg, puis par Dedemsvaart à Zuidwolde en Drenthe, nous avons vu le terrain s'abaisser, puis s'élever graduellement. La partie la plus basse est la vallée tourbeuse du „Reest", au nord de laquelle ou traverse une zone de Zanddiluvium qui monte graduellement et passe imperceptiblement dans la colline de Zuidwolde, près de l'école à côté de la chaussée. La bruyère de cette élévation ne contient que des roches scandinaves portant souvent de belles stries glaciaires. Les trous à gravier creusés çà et là montrent un sable instratifié, plus ou moins limoneux, qui renferme des erratiques sans aucune régularité. C'est donc encore la *moraine inférieure*. Entre Zuidwolde et Hoogeveen, le terrain monte régulièrement et la couche supérieure a exactement la même structure. Nous ne doutons ainsi nullement que les cinq petits cailloux de quartz blanc, trouvés au nord de Zuidwolde, n'aient fait partie de la *m. i.*, ainsi que les rares cailloux de la même roche, trouvés à Steenwijk (pag. 88). D'où sont ils venus, ainsi que le grès à Spirifères de la Groningue, mentionné par M. Martin (pag. 6)? La seule solution qui nous paraisse possible est d'admettre qu'ils ont

fait partie du sol avant la glaciation et qu'ils ont été introduits ensuite dans la *m. i.* Il y aurait ainsi des lambeaux du Diluvium rhénan cachés dans le sous-sol de la Groningue, de la Frise et de la Drenthe; mais il reste à décider s'ils y sont d'un âge pré- ou interglacial.

En discutant la question qui nous ocupe, il ne faut surtout pas perdre de vue combien la composition de la *m. i.* dépend de celle du sous-sol et en laisse transparaître, pour ainsi dire, les éléments. Quant celui-ci est sableux ou argileux, la *m. i.* le sera naturellement aussi, puisqu'elle absorbe une partie de ses éléments, et les roches que le glacier a apportées de loin y seront presque les seules; elle aura le caractère essentiel du D. sc. Quand, au contraire, le sous-sol, le D. préglacial, est très graveleux et contient une grande masse de cailloux de quartz blanc, etc. venus du sud, cette même *m.i.* en aura absorbé une quantité notable et les silex, etc. seront plus ou moins repoussés. L'aspect, le caractère de la *m. i.* pourra ainsi être assez différent dans deux endroits peu éloignés, sans qu'on ait à faire pour cela à deux *moraines* différentes. Nous en avons vu la preuve nous-même, étant à Enschedee, où les quartz blancs etc. manquent presque complètement, de sorte qu'on se croirait transporté dans le D. sc. Plus au nord, à Ootmarssum, ils apparaissent de nouveau, puisque le sous-sol y est graveleux, ce qui n'est pas le cas à Enschedee (cf. pag. 62).

Il y a pourtant un argument important en faveur de notre première hypothèse, c'est la présence de calcaires siluriens du D. sc., surtout dans le Hondsrug. Il est actuellement démontré qu'ils sont venus de la Baltique, de l'île de Gothland, etc. Ces calcaires ne manquent pas absolument dans le D. e.; ils y sont cependant extrêmement rares, tandis que les granits et d'autres roches cristallines, dont l'origine doit être cherchée en Scandinavie, y sont très fréquents. Or, il est connu que les géologues allemands et scandinaves distinguent deux systèmes de transport glaciaire, selon la direction des stries sur les roches solides. Le plus ancien, nommé „*Courant scandinave* ou *suédois*", allait de la Suède moyenne vers la partie occidentale de l'Allemagne du Nord et avait ainsi une direction au sud-ouest. Le plus récent, le „*Courant baltique*" suivait une direction occidentale et apportait ainsi probablement les calcaires siluriens du Gothland, etc.

En tout cas, la *moraine inférieure* de notre Diluvium entremêlé est la plus ancienne, puis qu'elle repose, comme nous l'avons démontré, sur un Diluvium préglacial, entièrement privé de roches scandinaves. Nos excursions sur la limite des deux terrains n'ont pas eu de résultat par rapport à cette question, non plus que le forage peu profond de

Dedemsvaart dans la zone intermédiaire. Autrefois M.M. Berendt et Meyn ont fixé l'attention sur la grande tranchée de Steenwijk, quoique dans un autre but. Nous ne croyons point du tout qu'on y retrouve plus tard une *moraine inférieure* plus ancienne; c'est le forage de Sneek (pag. 94) qui a pour nous décidé la question. Il est descendu jusqu'à une profondeur de 132 m. et au-dessous de la *moraine inférieure* il n'y a pas de trace d'une seconde. Les graviers perforés ne s'y composent que de roches rhénanes, de même que dans le Diluvium entremêlé. Nous considérons donc la *moraine inférieure* du Diluvium scandinave et celle du Diluvium entremêlé comme n'en formant qu'une seule, dont le caractère différent doit être attribué en premier lieu à la nature du sous-sol et ensuite à la plus ou moins longue durée de la présence de la glace.

M. Klockmann („Die südliche Verbreitungsgrenze des oberen Geschiebemergels". Jahrbuch der kön. preuss. geol. Landesanstalt. 1883) a essayé de fixer la limite de la dernière glaciation d'après le caractère pétrographique de sa *moraine inférieure*. Il tire, des données peu abondantes du nord-ouest de l'Allemagne, la conclusion que cette *moraine* n'a pas franchi le cours actuel de l'Elbe et du Havel. Tout le Hanovre, la Westphalie et les Pays-Bas n'auraient par conséquent été couverts qu'une seule fois. Nous avons vu que le résultat de nos propres recherches est en accord avec celles de M. Klockmann pour ce qui concerne notre patrie.

M. Penck, au contraire, tire beaucoup plus loin la limite de la seconde ou dernière glaciation („Mensch und Eiszeit", Archiv für Anthropologie, XV, 1884) et l'identifie à peu près avec celle du Diluvium scandinave et de l'entremêlé de Staring. C'était d'abord notre idée aussi, dont nous sommes complètement revenu.

Dernièrement, le géologue suédois G. de Geer („Ueber die zweite Ausbreitung des skandinavischen Landeises", Zeitschr. der Deutschen geol. Gesells. 1885) s'est aussi déclaré en faveur de l'extension de la seconde glaciation jusque dans la province de Groningue, à raison des trouvailles d'erratiques de la Baltique, auxquelles M. Wahnschaffe, qui a traduit en allemand l'article sus-nommé, joint la trouvaille du Rappakivi d'Aland. Cependant M. de Geer s'efforce de démontrer à plusieurs reprises la faiblesse de ce Courant baltique en comparaison du Courant scandinave plus ancien. Selon lui, le premier n'aurait eu qu'une épaisseur de 160 à 200 m. près de l'île de Gothland, de 120 m. près de l'île de Bornholm et moins de 200 m. près des collines de Kinnekulle et de Billingen en Scanie. Ce courant aurait éprouvé trop de résistance en Finlande et aurait par conséquent suivi le trajet plus commode de la

Baltique, où il aurait été plus ou moins supporté par l'eau de la mer. C'est aussi cette faiblesse, sur laquelle il revient si souvent, du Courant baltique qui nous empêche de croire qu'il se soit étendu jusqu'en Groningue. Il aurait dû vaincre pour cela un frottement beaucoup trop grand.

Provisoirement nous ne voulons pas encore proposer de changements aux divisions de la carte géologique de Staring, quoique nous les fondions sur des principes un peu différents. Les parties les plus anciennes du Quaternaire sont le Diluvium moséan et rhénan et le D. westphalien du sous-sol d'Overyssel. Nous définissons ces terrains comme ceux où les restes d'une *moraine inférieure* manquent complètement, quoique la présence de cailloux et d'erratiques scandinaves isolés ne soit pas exclue. Le Diluvium moséan comprend les provinces du Brabant et du Limbourg et n'est que la continuation du Campinien de M. Van den Broeck ou du „Dépôt à silex et cailloux roulés de Dumont. Le Diluvium rhénan en est l'équivalent pour le Rhin; actuellement nous croyons qu'il devra être rayé de notre carte géologique et que le Diluvium entremêlé se continue encore assez loin en Allemagne, peut-être jusqu'à Wesel ou au delà. Nous n'avons pas encore suffisamment poursuivi nos recherches dans cette direction. Dans le sous sol ce Diluvium rhénan s'étend assez loin dans notre patrie; nous l'avons constaté à Maarn, sur toute la Veluwe, jusqu'au Vecht d'Overijssel (Ootmarssum, Lemeler Berg) et même par le forage de Sneek. Il est recouvert en théorie par le Diluvium entremêlé (stratifié ou non), quoiqu'en réalité il occupe peut-être plus de terrain que celui-ci. Nous ne croyons pas qu'il soit possible dans la pratique d'indiquer sur la carte leur relation qui est trop accidentée. Le Diluvium scandinave ne serait selon nous que la continuation directe du Diluvium entremêlé, avec cette différence seule que le premier ne repose pas sur des graviers rhénans et n'en a par conséquent pas absorbé les éléments dans sa *moraine inférieure*, ce qui est bien le cas avec le Diluvium entremêlé. Dans l'un et l'autre des territoires, on peut distinguer trois étages, dont le plus ancien (préglacial) vient souvent à la surface (Assen, Zuidbroek, etc.).

Le Zanddiluvium de Staring est une formation beaucoup plus récente qui va nous occuper bientôt.

CONTRIBUTIONS

A LA

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS.

PAR

Dr. J. LORIÉ.

III.

LE DILUVIUM PLUS RÉCENT OU SABLEUX ET LE SYSTÈME EEMIEN.

Chapitre I. **Les Recherches sur le Système Eemien (Harting).**

Un des écrits géologiques du professeur Harting à Utrecht est intitulé: „De Bodem onder Amsterstam onderzocht en beschreven" (Le Sol sous Amsterdam examiné et décrit) et forme une partie des „Verhandelingen der Eerste Klasse van het Koninklijk-Nederlandsche Instituut, 1852." Il y décrit les terrains rapportés par sept forages assez profonds, exécutés à Amsterdam entre 1837 et 1852, sous l'Orphelinat luthérien, le Nouveau Marché, l'Ile-Bikkers, le Marché du Nord, le Quai des Fleurs, le Quai des Lauriers, et le „Passeerdergracht." Nous ne voulons copier ici que les principaux résultats géologiques en renvoyant pour les détails à la monographie elle-même.

M. Harting réunit les couches traversées en deux systèmes, savoir: la Formation supérieure ou de glaise et de sable argileux et la Formation inférieure ou sableuse. En descendant depuis la surface du sol on traverse d'abord la couche remaniée qui a une épaisseur entre 4,5 et 1,75 m. Vient ensuite une couche de tourbe, épaisse de 0,75 à 3,50 m. C'est, comme on pouvait s'y attendre, dans la partie inférieure que la structure végétale a le plus complètement disparu. Sous cette tourbe on rencontre la Formation d'argile et de sable argileux proprement dite, dont l'épaisseur est beaucoup plus considérable et varie entre 35 et 57 m. (48 m. en moyenne). Sa limite inférieure

balance entre 37 et 61 m. — A. P. (niveau d'Amsterdam) et est en moyenne de 53 m. M. Harting y distingue dix couches alternantes (l. c. pag. 32) de glaise, de sable et de sable argileux contenant une certaine quantité de calcaire. L'épaisseur de ces différentes couches varie naturellement dans certaines limites.

M. Harting énumère ensuite les éléments minéralogiques des couches; le sable y est composé principalement de grains de quartz, hyalins en général et d'un diamètre de 0,05—3 m.m.; un petit nombre en est coloré. A ces grains s'en joignent d'autres de lydite, etc., ainsi que des paillettes de mica qui sont assez nombreuses.

Les restes animaux sont ceux de mollusques, que nous traiterons séparément, et ceux de foraminifères. Le règne végétal y est représenté par un certain nombre de diatomées, qui se trouvent surtout dans une couche d'argile spéciale, appelée par M. H.: „Argile à Diatomées".

Après avoir traité en détail les différentes couches, leur composition minéralogique et la distribution des restes organiques qu'elles contiennent, l'auteur passe à la partie inférieure des terrains traversés, à la „Formation sableuse".

C'est presque exclusivement au forage le plus profond, celui du Nouveau Marché, qui est descendu jusqu'à 172,5 m., que nous devons ce que nous savons de cette formation. Elle se compose presque entièrement de sable plus ou moins fin, gris ou gris-jaunâtre et d'autant plus foncé qu'il est plus grossier. M. Harting distingue dans ce sable plusieurs couches qui diffèrent dans le diamètre des grains. Celui-ci varie entre 0,05 et 2 à 4 m.m.; de temps à autre on a rencontré de véritables cailloux, mesurant de 2 à 3 et même 4 c.m.

Le sable proprement dit se compose de grains qui sont presque tous hyalins et en général un peu moins arrondis que ceux de la Formation supérieure, mais n'en diffèrent pas autrement. Les grains grossiers qui passent en cailloux sont blancs et plus ou moins transparents. Il s'y joint une certaine quantité de paillettes de mica, de grains de lydite, de quartzite, de calcaire, etc. Nous voulons relever surtout la présence de fragments de roches plutoniennes, nommément de syénite à 60 m., mesurant 15 et 30 à 40 m.m., ensuite de plusieurs fragments de feldspath (labradorite?), trouvés à 57, 94, 115, 119, 122, 123, 130, 143 et 145 m., et de porphyre, à 119 et 121 m. Les restes animaux manquent absolument dans cette formation; des fragments de bois humifié ont été trouvés à plusieurs profondeurs. C'est pour cette raison et à cause de sa profondeur, de son épaisseur et de sa ressemblance avec les terrains rapportés par le forage de Zeist, que M. Harting rapporte cette formation

sableuse au Diluvium. La Formation supérieure des couches alternatives de sable et de glaise se serait déposée pendant la dernière partie de la Période diluviale et le commencement de la Période alluviale ou récente. Elles constitueraient une partie du delta de la Hollande Septentrionale et Méridionale.

Plusieurs années avant le mémoire de M. Harting parut dans les „Nieuwe Verhandelingen der Eerste Klasse van het Koninklijk Nederlandsch Instituut", VIII, 1840. un rapport sur le forage du Nouveau Marché à Amsterdam dans lequel l'histoire du forage est communiquée avec une liste des terrains rapportés et une détermination provisoire des fossiles.

Staring (B. v. N. I. pag. 301) donne aussi une description du sous-sol d'Amsterdam, dans laquelle il se base sur les recherches de Harting. Il rapporte toutes les couches coquillères à la partie ancienne de la Formation alluviale, dont il trace la limite avec la Formation quaternaire à une profondeur de 50 à 60 m. (l. c. II, pag. 131).

Par un forage fait en 1852 dans la petite ville de Purmerende, au nord d'Amsterdam, des fossiles tout à fait semblables ont été retrouvés à une profondeur à peu près égale, mais ils ne semblent pas avoir été l'objet d'un examen spécial. Nous en avons entrepris la détermination, dont nous donnerons plus loin les résultats.

Depuis l'apparition de l'ouvrage de Staring, il ne paraît avoir été rien publié sur ces fossiles jusqu'en 1874 (Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Tweede Reeks VIII, et Archives Néerlandaises X, 1875), année où Harting fixa l'attention sur une serie de forages faits dans la Vallée gueldroise aux environs d'Amersfoort. Selon cette publication le premier forage qui produisit des coquilles en assez grand nombre, fut fait en 1873 (Croockewit). D'autres suivirent assez rapidement, autant dans la ville même qu'aux environs; p. e. près de Woudenberg en 1873 ou 1874, à Barneveld, à Putten sur la Veluwe. Tous ces forages eurent ceci de commun, qu'on rencontra d'abord plusieurs couches de sable avec quelques petits cailloux et parfois de la tourbe, pour arriver ensuite à une couche d'argile grise, d'épaisseur inégale, sous laquelle se trouvait toujours la couche coquillère, composée d'un sable grossier avec des cailloux et une grande quantité de restes de mollusques. Sous cette couche on trouve souvent le sable diluvien avec des fragments de granit, reconnu comme identique avec celui des collines à l'est et l'ouest de la Vallée gueldroise. Sous ce sable se trouve à une profondeur de 43,5 m. sous Amersfoort une seconde couche d'argile, également considérée comme diluvienne. Les fossiles rapportés sont précisément les mêmes que ceux trouvés sous Amsterdam (B. o. A. Pag. 66). Ces coquilles ayant été découvertes dans la vallée de la petite rivière de

l'Eem, M. Harting a donné à l'ensemble de ces couches le nom de „Système Eemien".

Celles qui furent trouvées à Amersfoort sont, d'après sa détermination: Nassa reticulata, Littorina littorea, Cerithium lima, Ostrea edulis, Mytilus edulis, Venus rotundata, Trigonella plana et Mactra solida.

Dans sa dernière publication (Versl. en Meded. IX, 1876), M. H. cite un forage exécuté à Barneveld qui a produit les mêmes fossiles dont il relève l'absence totale sous la ville d'Utrecht. Il en tire la conclusion que le sol sous Utrecht était déjà à sec à l'Epoque Eemienne.

M. H., en entrant à cause de son âge avancé dans un repos bien mérité, a eu la complaisance de me confier la continuation de son ouvrage. J'ai réuni les fossiles dispersés d'Amersfoort, de Barneveld, etc., retrouvé ceux des forages d'Amsterdam et, par une correspondance détaillée avec une série de municipalités et d'autres autorités de la Vallée gueldroise, j'ai réussi à étendre la collection et à joindre plusieurs communes à celles où M. Harting avait déjà démontré la présence du Système Eemien. Actuellement la limite orientale traverse les communes suivantes: Putten (Vanenburg), Nijkerk, Voorthuizen, Barneveld, Renswoude, Ede (hameau d'Ederveen et barrière près de la station de Veenendaal).

La limite méridionale de la couche coquillère n'est pas encore exactement connue; nous savons cependant que cette couche ne se trouve plus entre Reenen et Wageningen, et voici pourquoi. Aux points les plus méridionaux où elle a été rencontrée, elle se trouve aux profondeurs suivantes sous A. P.: Amersfoort 11 m., Pont du Chemin de fer de l'Etat sur le ruisseau de Lunteren 14,5 m., Scherpenzeel 14 m., Treek entre Leusden et Woudenberg 13 m., Intersection des Chemins de fer de l'Etat et Rhénan près de Veenendaal 6,5 m., Ederveen près de la station de Veenendaal 10,5 m. Le niveau de la couche est donc un plan ondulé, dont la profondeur varie entre 15 et 6 m. — A. P. On devrait ainsi s'attendre à le retrouver à cette profondeur, mais on sait par des forages entre Wageningen et Reenen (de Grebbe) que ni à l'ouest de la première ville jusqu'à une distance de 1 k.m., ni entre la Grebbe et le Rhin il n'en a été question, quoiqu'on ait atteint des profondeurs de 28, 11 et 24 m. sous A. P. Provisoirement il faut donc considérer le Chemin de fer Rhénan comme la limite méridionale.

La limite occidentale actuelle va par Scherpenzeel, Woudenberg, le Treek, propriété de M. de Beaufort, entre Woudenberg et Leusden, à Amersfoort et de là, par Hoogland et Baarn à Eemnes Buiten. Outre ces localités la présence de la couche coquillère a été constatée à Woudenberg, Dijkhuizen et Spakenburg (comp. Pl. I).

Entre Eemnes-Buiten et Amsterdam il y a maintenant encore une lacune à combler et il est presque certain que les forages Norton en rapporteraient aussi les coquilles connues, si les autorités locales voulaient seulement se donner la petite peine de faire attention aux terrains traversés et de prendre quelques simples mesures. Ma correspondance avec ces autorités n'a pas eu de résultat pour le moment.

Au delà d'Amsterdam, c'est à Alkmaar que j'ai eu le bonheur de retrouver quelques traces du Système Eemien, dans deux échantillons de sable avec des fragments encore reconnaissables de Nassa reticulata, de Tapes virgineus, de Cardium edule, quelques radioles d'Echinocardium cordatum et des cailloux de diorite et de granit. On peut donc accepter comme démontré que le Système Eemien se rencontre encore ici, ce qui est bien d'accord avec la découverte faite à Tessel par M. Harting en 1875 d'un exemplaire roulé de la grande variété de Tapes virgineus. Cette variété, qu'on ne retrouve plus sur nos côtes, est un des fossiles caractéristiques du Système Eemien, qui s'étend ainsi probablement encore sous cette île. Selon M. H. les courants sous-marins en auraient détruit une partie, les coquilles s'en seraient isolées et mêlées avec des coquilles vivantes, qui auraient été retirées ensemble de la mer par les dragues. Cette hypothèse nous paraît très acceptable, un phénomène pareil ayant été constaté dans la Mer d'Irlande. Des coquilles ont aussi été trouvées à Schermerhorn à 50 m. de profondeur, de sorte que la continuation de la couche sous la Hollande Septentrionale est actuellement démontrée. Avant de discuter les relations stratigraphiques et l'âge relatif du Système Eemien nous allons donner l'énumération des espèces trouvées.

Plusieurs étant identiques avec celles des forages d'Utrecht, etc. nous n'avons pas répété la littérature en tête de la description de ces espèces.

Chapitre II. **Description des Fossiles du Système Eemien.**

Les ouvrages mentionnés dans ce chapitre sont:

1784. Chemnitz. Neues systematisches Conchyliëncabinet, VII.

1843. Brocchi. Conchologia Subappennina, II.

1845. Agassiz. Iconographie des Coquilles tertiaires, etc. Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles. Tome VII.

1848. Wood. Crag Mollusca, I. Paleontographical Society.

1850. Reeve. Conchologia Iconica, VI.
1852. Forbes. Echinodermata of the British Tertiaries. Paleontographical Society.
1853. Harting. Bodem onder Amsterdam. Cf. Pag. 104.
1856. Wood. Crag Mollusca, II. Paleontographical Society.
1858. Busk. Quarterly Journal of the Microscopical Society, VI.
1859. Busk. A Monograph of the fossil Polyzoa of the Crag. Paleontographical Society.
1861—1869. Jeffreys. British Conchology, I—V.
1864. Reeve. Conchologia Iconica, XIV.
1870. Herklots. Weekdieren van Nederland.
1872. Wood. Searles V. Wood. Crag Mollusca. Supplement I. Paleontographical Society.
1874*a*. Harting. Le Système Eemien. Archives Néerlandaises. Tome X.
1874*b*. Harting. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Tweede Reeks, VIII. Cf. Pag. 106.
1877. Noman. Van Haren Noman. Tweede Jaarverslag van het Zoölogisch Station der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging.
1878. Sars. Mollusca Regionis Arcticae.
1878. V. d. Broeck. Esquisse géologique et paléontologique des Environs d'Anvers. Annales de la Société Malacologique de Belgique.
1881. Nyst. Conchyliologie du Terrain scaldisien. Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles.
1885. Lorié. Résultats géologiques et paléontologiques des Forages de Puits à Utrecht, Goes et Gorkum. Contributions à la Géologie des Pays-Bas, I. Archives du Musée Teyler. Série II. Tome II.

ECHINODERMATA.

1. Echinocyamus pusillus. Muller. Pl. V, fig. 2, 3.

Echinocyamus pusillus. 1852. Forbes. Pag. 2, pl. 1, fig. 4. — 1870. Herklots. Pag. 337, pl. 27, fig. 4.

Le Système Eemien a produit plusieurs exemplaires de ce petit fossile. Un appartient à la variété „angulosus" de Forbes; les autres sont d'une forme plus allongée. Tous sont aplatis en haut et plus ou moins concaves en bas. Le périprocte se trouve, comme toujours dans cette espèce, à mi-distance entre le péristome et le bord postérieur. On aperçoit encore

sans peine les quatre pores génitaux et les 5 pores ocellaires du champ apical.

Outre dans le Crag Rouge du Suffolk et dans le Pliocène sous Utrecht, notre espèce se rencontre à l'étant vivant dans les mers de la Grande Bretagne ainsi que sur nos côtes.

2. Echinocardium cordatum. Pennant. Pl. V, fig. 4.

Echinocardium cordatum. 1885. Lorié. Pag. 123.

Les différents forages ne nous ont procuré que des fragments isolés du test mince de cet Echinoderme et quelques radioles. Les premiers sont assez caractéristiques pour qu'on puisse les reconnaître au premier abord.

D'après Forbes, il est connu à l'état fossile dans le Crag Corallin de l'Angleterre orientale, et à l'état vivant, sur les côtes de l'Angleterre et de notre patrie (Herklots).

BRYOZOA.

3. Membranipora tuberculata. Bosc. Pl. V, fig. 5.

Membranipora tuberculata. 1858. Busk. Pag. 126, pl. 18, fig. 4. — 1859. Busk. Pag. 30, pl. 2, fig. 1. — 1878. Van den Broeck. Pag. 126.

Par le forage du „Lauriergracht" à Amsterdam un fragment d'huitre avec une croûte de ce bryozoaire a été trouvé a 28 m. de profondeur. Les ouvertures des cellules sont rectangulaires-arrondies, placées en séries verticales alternantes et entourées d'un bord élevé, strié transversalement. L'intervalle entre deux ouvertures d'une même rangée est d'environ les $\frac{2}{3}$ de la hauteur de l'ouverture elle-même ou égale à celle-ci. Entre les séries d'ouvertures on voit des lignes élevées. Deux tubercules obtuses se trouvent au sommet de chaque cellule.

Selon Busk, la Membranipora tuberculata se trouve dans le Crag Corallin et Rouge et à l'état vivant dans l'Océan Atlantique à Madère, à Rio-Janeiro et sur les côtes de l'Angleterre. Van den Broeck l'a recueillie dans les Sables à Bryozoaires diestiens d'Anvers.

Selon Busk, notre bryozoaire habite aujourd'hui presque exclusivement les algues marines, tandis qu'à l'état fossile il ne se trouve que sur des coquilles mortes. Nous croyons que ce phénomène s'explique facilement, puisque les algues habitées par notre fossile ont en pourrissant produit beaucoup d'acide carbonique qui a dissous le calcaire du petit fossile, dont les exemplaires attachés à des coquilles pouvaient mieux se conserver.

LAMELLIBRANCHIATA.

4. Anomia ephippium. L. Pl. V, fig. 6, 7.

Anomia ephippium. 1885. Lorié. Pag. 28.

Ce n'est qu'en peu d'endroits qu'on a trouvé de cette espèce des exemplaires assez nombreux, qui en montrent clairement la grande variabilité.

A l'état vivant, elle est mentionnée par Jeffreys comme habitant toutes les côtes de l'Angleterre où elle vit entre le niveau de la basse marée et 150 mètres; elle se trouve sur toutes les côtes de l'Europe, de la Laponie à l'Asie Mineure. A l'état fossile, Wood l'a trouvée dans le Crag Corallin et Rouge et les Couches glaciales moyennes et supérieures de l'Angleterre.

5. Ostrea edulis. L.

Ostrea edulis. 1853. Harting. Pag, 41, 69, 103. — 1881. Nyst. Pag. 139, pl. 8, 9, fig. 1.

Notre collection contient un nombre assez grand d'exemplaires de l'huître commune, dont une partie sont très bien conservés.

A l'état vivant, l'huître a été trouvée par Jeffreys sur toutes les côtes de l'Angleterre entre le niveau de la mer et 90 mètres de profondeur; on la trouve en outre sur le littoral de toute l'Europe jusqu'à la Mer Adriatique. A l'état fossile, elle se trouve dans le Pliocène de la Belgique et de l'Angleterre, ainsi que dans presque tous les Dépôts quaternaires de ce pays, de la Norvège et de l'Allemagne du Nord.

6. Pecten pusio. Pennant. Pl. V, fig. 8.

Pecten pusio. 1856. Wood. Pag. 33, pl. 6, fig. 4. — 1863. Jeffreys, II. Pag. 51. — 1869. Idem, V. Pag. 166, pl. 22, fig. 1. — 1872. Wood. Pag. 105. — 1881. Nyst. Pag. 155, pl. 16, fig. 1.

Pecten Islandicus. 1853. Harting. Pag. 41, 103.

Une seule valve droite, trouvée à Amsterdam dans le puits du „Passeerdergracht", malheureusement sans indication de la profondeur, est dans notre collection. Elle a une longueur de 40 sur une hauteur de 47 m.m. et porte 32 côtes arrondies sans côtes secondaires. La surface en est un peu usée de sorte qu'on ne voit que des traces des tubercules. Les lignes d'accroissement sont ondulées et nombreuses. Dans les intervalles qui ont la même largeur que les côtes qu'elles séparent, les fines stries divergentes sont encore très visibles. L'oreillette postérieure est obtuse et petite, l'antérieure est beaucoup plus grande et porte 6 côtes

radiales fortes et lamelleuses; cette oreillette est fortement échancrée à la base. Le bord supérieur est horizontal, droit et fortifié intérieurement. A l'état vivant, le P. p. habite toutes les côtes de l'Angleterre, entre 10 et 160 mètres de profondeur, ainsi que celles de l'Europe, de la Norvège à la Méditerranée. A l'état fossile, il est connu dans le Crag Corallin et Rouge, le Quaternaire moyen et supérieur de l'Angleterre, ainsi que dans le Diestien et le Scaldisien d'Anvers.

Comme l'espèce décrite n'appartient plus à notre faune, nous croyons pouvoir admettre qu'elle ne provient pas des couches supérieures du puits nommé ci-dessus, mais d'environ 30 mètres de profondeur, où l'on trouve une faune différente et en grande partie éteinte pour notre pays.

7. Mytilus edulis. L.

Mytilus edulis. 1853. Harting. Pag. 41, 69, 103. — 1885. Lorié. Pag. 34.

Cette espèce si commune dans notre faune actuelle l'était aussi dans la faune fossile qui nos occupe ici. Plusieurs coquilles complètes ont été trouvées en divers endroits. Il s'y joint des fragments plus ou moins reconnaissables qui possèdent tous le lustre soyeux qui caractérise les coquilles de cette espèce. A l'état vivant, ce mollusque est très répandu entre le cercle polaire et le parallèle du Maroc, sur les deux côtés de l'Océan Atlantique et dans la Méditerrannée. Ordinairement, il ne vit qu'à une faible profondeur, entre les deux marées. Il est également connu dans presque tous les dépôts marins de la Période quaternaire.

8. Lucina arcuata. Mont. Pl. V, fig. 9.

Lucina arcuata. 1850. Reeve. Pl. 11, fig. 61.
Lucina divaricata. 1885. Lorié. Pag. 159.

Dans notre description des fossiles du forage d'Utrecht, nous avons fixé l'attention sur ce phénomène remarquable qu'une valve parfaite de ce mollusque a été trouvée à 113,5 m. de profondeur, tandis que la première couche qui renferme des coquilles ne se rencontre qu'à 137,5 mètres. Peut-être a-t-on ici un représentant d'une petite faune quaternaire, dont d'autres traces seront peut-être découvertes plus tard.

Les couches fossilifères sous Amsterdam et surtout celles de la Vallée de l'Eem, en renferment un très grand nombre, ce qui, joint à la petitesse des valves qui passent aisément à travers les ouvertures des tubes Norton, fait que la Lucina arcuata forme avec le Cerithium reticulatum le fossile le plus caractéristique du Système Eemien.

Comme je l'ai déjà mentionné, notre espèce est connue vivante sur les côtes de l'Angleterre (Jeffreys) et de la Méditerranée et, fossile, dans les Couches glaciales moyennes de Hopton en Angleterre.

9. Cardium edule. L. Pl. V, fig. 10.

Cardium edule. 1853. Harting. Pag. 41, 69, 103. — 1885. Lorié. Pag. 52.

Cette espèce vulgaire a été trouvée en nombreux exemplaires aussi bien dans les différents puits d'Amsterdam que dans ceux de la Vallée de l'Eem. Tous les exemplaires sont forts et bien développés et ressemblent beaucoup plus à ceux de la Mer du Nord qu'à ceux du Zuiderzee. Nous avons donc ici le même phénomène qu'avec les valves trouvées dans les Dépôts quaternaires des provinces de la Prusse et de la Poméranie.

10. Cardium echinatum L. Pl. V, fig. 11.

Cardium echinatum. 1856. Wood. Pag. 152, pl. 14, fig. 3. — 1863. Jeffreys, II. Pag. 270. — 1869. Idem, V. Pag. 181, pl. 34, fig. 2. — 1870. Herklots. Pag. 148. — 1878. Noman. Pag. 22.

Cardium aculeatum. 1853. Harting. Pag. 41, 69, 103.

Deux valves magnifiques et presque entièrement intactes, possédant encore leur couleur rougeâtre et les épines sur les côtes radiales, ont été trouvées dans le puits du Passeerdergracht à Amsterdam à 24,5 mètres. En d'autres endroits des fragments reconnaissables sont assez fréquents. Tous montrent très bien les petites épines allongées sur les côtes radiales triangulaires, qui sont moins larges que les intervalles. Ceux-ci sont traversés par des lignes concentriques, rudes et ondulées.

Selon Jeffreys, le C. e. habite toutes les côtes sableuses de l'Angleterre, entre 10 et de 200 m. de profondeur, ainsi que celles du Groenland et de l'Europe, de la Norvège à la Grèce et à l'île de Madère. Fossile, Wood la mentionne dans le Crag Rouge et Jeffreys dans les Dépôts quaternaires de l'Angleterre et post-glaciaux d'Uddevalla.

11. Cardium tuberculatum L. Pl. V, fig. 12.

Cardium tuberculatum. 1853. Harting. Pag. 39. — 1863. Jeffreys, II. Pag. 273. — 1869. Idem, V. Pag. 181, pl. 34, fig. 3. — 1881. Nyst. Pag. 175, pl. 18, fig. 5.

Cette espèce, qui ne fait plus partie de notre faune, est représentée par la moitié supérieure d'une valve gauche très épaisse et bien conservée, trouvée à 24,5 mètres sous Amsterdam dans le puits du Passeerdergracht. Elle est bombée et possède 23 côtes fortes et arrondies sur lesquelles se montrent plusieurs tubercules obtuses, surtout sur la partie antérieure de la valve. L'ornementation concentrique est presque la même que celle du Cardium echinatum. La forme extérieure diffère un peu des figures de Jeffreys et de Nyst en ce que le bord supérieur est presque horizontal et assez allongé au côté antérieur.

Jeffreys mentionne cette espèce sur les côtes sableuses de l'Angleterre entre la basse marée et 24 mètres de profondeur. Elle est entièrement inconnue au nord de l'Angleterre, mais on la trouve jusqu'à la Sicile et aux Iles Canaries.

Fossile, elle est connue dans le Pliocène de Worcestershire et de Sussex (selon Jeffreys, quoique Searles Wood n'en fasse pas mention) et, selon Nyst, dans le Diestien et le Scaldisien d'Anvers.

12. Pisidium amnicum. Müller. Pl. V, fig. 13.

Pisidium amnicum. 1885. Lorié. Pag. 55.

Cette espèce, qui vit encore dans notre pays, ainsi que dans la Sibérie et la plus grande partie de l'Europe, est représentée par quelques petits exemplaires trouvés sous Purmerend à 26,5 et 28 m. de profondeur.

Comme la Succinea elegans, elle a aussi été rencontrée dans les couches quaternaires sous Gorkum et à différentes profondeurs. A l'état fossile, on la connaît dans le Crag supérieur du Norfolk.

13. Tapes decussatus. Linn. Pl. V, fig. 14, 15, 16.

Tapes decussatus. 1863. Jeffreys, II. Pag. 359. — 1869. Idem, V. Pag. 185, pl. 39, fig. 7. — 1872. Wood Pag. 145, pl. 10, fig. 4.

Aujourd'hui le Tapes decussatus est probablement éteint pour notre faune, puisqu'il n'est mentionné ni par Herklots, ni par van Haren Noman. Sur le littoral de l'Angleterre il est encore assez fréquent et vit jusqu'au niveau de la basse marée. Selon Jeffreys, il n'est pas connu en Norvège, mais bien dans les mers au sud de l'Angleterre jusqu'à la Mer Egée et au Sénégal, et même au Japon et dans les Océans Pacifique et Indien. Décidément nous n'avons pas à faire ici avec une espèce boréale, mais avec une espèce qui affectionne l'eau d'une température moyenne. Fossile, elle se trouve, selon Wood, dans les Couches post-glaciales de l'Angleterre orientale et, selon Jeffreys, dans celles de Belfast, d'Uddevalla et de Christiania.

Les exemplaires de notre collection sont dans un assez bon état de conservation; ils sont peu bombés, sub-rectangulaires et ont les crochets peu protubérants et courbés en avant. La partie antérieure de la coquille est arrondie, la partie postérieure est plus ventrue, tronquée obliquement et munie d'une carène très obtuse. La surface est ornée de lignes concentriques et radiales un peu flexueuses, dont l'intersection lui a valu son nom spécifique. Les trois dents cardinales divergent; dans la valve droite les deux postérieures sont bifides; dans la valve gauche ce sont les deux antérieures.

14. Tapes virgineus. L. var. major. Pl. V, fig. 17, 18.

Tapes virgineus. 1856. Wood. Pag. 201, pl. 20, fig. 1. — 1863. Jeffreys, II. Pag. 352. – 1864. Reeve, XIV. Pl. 4, fig. 17. — 1869. Jeffreys, V. Pag. 185, pl. 39, fig. 5. — 1870. Herklots. Pag. 138, fig. 3.

Tapes edulis. 1881. Nyst. Pag. 215, pl. 23, fig. 9.

Venus edulis. 1784. Chemnitz. Pag. 60, pl. 43, fig. 457.

Venus rotundata. 1853. Harting. Pag. 40, 69, 103. — 1874*a*. 1874*b*. Harting.

M. Harting, en décrivant les fossiles amenés à la surface par les différents forages qui avaient été entrepris à Amsterdam vers le milieu de notre siècle, avait comparé des coquilles bien conservées appartenant au genre Venus (ou plutôt Tapes) avec deux fossiles qui se trouvaient dans la petite collection géologique de l'université d'Utrecht. Malheureusement ces deux valves portaient une étiquette fausse; elles étaient nommées: „Venus rotundata" et provenaient du Miocène supérieur de Castell' Arquato.

En comparant ensuite nos exemplaires avec les différentes espèces du Musée d'Histoire naturelle de Leiden j'ai vu qu'elles se rapprochent beaucoup du Tapes virgineus. L. et encore davantage du Tapes rhomboïdes. Pennant, de Marseille. Il y a cependant quelque différence. D'abord nos exemplaires sont plus grands, plus solides et moins allongés; ils ont les crochets plus près du bout antérieur et plus recourbés en avant. Par conséquent la lunule est plus profonde et plus nettement limitée. Les lignes concentriques sont ensuite plus fortes et la carène oblique très obtuse qui va du crochet à l'angle inférieur postérieur est plus prononcée. Cependant comme les différentes valves de Leiden n'ont pas toutes la même position relative des crochets on peut bien considérer notre coquille comme appartenant à la même espèce. Le Tapes rhomboïdes serait ainsi une forme intermédiaire entre le Tapes virgineus et notre Tapes.

Ensuite nous les avons comparées avec plusieurs coquilles appartenant au Tapes virgineus du Musée de la société „Natura Artis Magistra" d'Amsterdam et nous nous y sommes convaincu qu'elles doivent être réunies. Reeve (l. c.) n'admet pas le Tapes rhomboïdes comme une espèce séparée, mais il le réunit avec le Tapes virgineus de Linné. Nous avons suivi son exemple, mais en considérant nos bivalves comme une variété particulière que nous avons nommée „*major*", puisqu'elle est plus grande, plus grossière et moins allongée. Peut être correspond-elle à la var. „*Sarniensis*" de Jeffreys, qu'il décrit comme plus épaisse, moins allongée aux deux bouts et par conséquent d'une forme ovale.

L'intérieur de toutes nos valves s'accorde très bien avec le Tapes virgineus. Dans la valve droite les deux dents postérieures sont bifides, dans la valve gauche ce sont les deux dents antérieures qui sont en même temps plus grandes que la troisième dent. Jeffreys, dans sa „British Conchology" renverse l'ordre, ce qui est probablement une erreur.

Le Tapes virgineus habite, selon cet auteur, les mers de la Grande Bretagne de 0 à 280 m. et celles de la Norvège à la Grèce jusqu'à 60 m. de profondeur. La variété „Sarniensis", qui correspond peut-être à notre variété „major", est mentionnée comme habitant avec l'espèce ordinaire les côtes occidentales et meridionales de l'Angleterre.

A l'état fossile, le Tapes virgineus a été recueilli dans le Diestien et le Scaldisien, le Crag Corallin, Rouge et Mammaliférien, le Pliocène Sub-Appennin de l'Italie et le Post-Glacial d'Uddevalla en Norvège.

Parmi les nombreux exemplaires de notre collection il y a une coquille rapportée par M. Harting du village de Oude Schild dans l'île de Tessel. Il l'a recueillie dans un tas de coquilles formé par les pêcheurs et a reconnu qu'il avait à faire à un élément hétérogène. Il croit y voir une indication de l'existence de son Système Eemien sous cette île, et je puis très bien me réunir à cette hypothèse, la variété décrite du Tapes virgineus étant entièrement étrangère à notre faune marine.

15. Venus ovata. Pennant. Pl. V, fig. 19, 20, 21.

Venus ovata. 1885. Lorié. Pag. 58.

Cette espèce facile à reconnaître n'est pas fréquente dans le Système Eemien. Elle est mentionnée par Searles Wood (l. c.) dans la Formation quaternaire moyenne de Billockby et de Hopton.

Quoiqu'elle soit entièrement éteinte sur nos côtes, elle est encore assez fréquente sur celles de l'Angleterre et à des profondeurs très différentes jusqu'à 200 mètres.

16. Dosinia lincta. Pulteney. Pl. VI, fig. 1, 2.

Artemis lincta. 1845. Agassiz. Pag. 22, pl. 3, fig. 11—14. — 1856. Wood. Pag. 215, pl. 20, fig. 6. — 1870. Herklots. Pag. 140. — 1881. Nyst. Pag. 213. pl. 23, fig. 7.

Venus lincta. 1863. Jeffreys, II. Pag. 330. — 1869. Idem V. Pag. 184, pl. 38, fig. 2.

Cette espèce est assez rare dans le Système Eemien, nous n'en possédons que trois exemplaires complets et quelques fragments. Ils se distinguent facilement de la Dosinia exoleta, qui leur ressemble beaucoup, par les lignes concentriques très rapprochées et l'absence totale de stries

radiales colorées, même dans l'exemplaire qui montre encore la couleur jaune-crême de la surface. La marge supérieure est presque droite, un peu courbée et forme un angle visible avec la marge inférieure qui constitue environ $\frac{3}{5}$ d'un cercle. La lunule est très profonde et cordiforme.

Vivante, elle habite nos côtes ainsi que celles de l'Angleterre, de la Norvège et de la Méditerranée au-dessus de 180 mètres. Fossile, elle est connue dans les Dépôts glaciaires d'Angleterre, le Crag Corallin et Rouge et le Scaldisien.

17. Tellina Balthica L. Pl. VI, fig. 3, 4.

Tellina Balthica. 1885. Lorié. Pag. 60.

Plusieurs valves de cette espèce, principalement littorale, ont été trouvées dans le Système Eemien. Selon Jeffreys, elle habite toutes les côtés de l'Angleterre sur le sable, le gravier et la boue entre la haute et la basse marée, quoiqu'elle descende jusqu'à 110 mètres. Elle est très répandue de la Mer Blanche à la Mer Noire, mais plus fréquente dans les mers septentrionales. A l'état fossile, elle est connue dans les Dépôts glaciaux inférieurs, moyens est supérieurs et post-glaciaux d'Angleterre, ainsi que dans ceux de la Norvège comme à Uddevalla. (Crag Moll., Supplem.)

18. Tellina donacina. Linn. Pl. VI, fig. 5.

Tellina donacina. 1856. Wood. Pag. 233, pl. 22, fig. 5. — 1863. Jeffreys, II. Pag. 386. — 1869. Idem, V. Pag. 187, pl. 41, fig. 4. — 1881. Nyst. Pag. 225, pl. 25, fig. 2.

C'est seulement à Hoogland et à Amsterdam que quelques petites valves appartenant à cette espèce ont été trouvées. Elles sont un peu inéquilatérales, allongées et couvertes de nombreuses lignes concentriques et lamelleuses, surtout sur la partie postérieure. Celle-ci est la plus courte, tronquée verticalement et munie d'une carène obtuse, allant du crochet à l'angle inférieur postérieur. Le côté antérieur est arrondi et un peu plus long. La valve gauche possède deux dents cardinales, dont l'antérieure est assez développée, l'autre est petite; les dents latérales ne sont que des lamelles presque oblitérées. Les dernières sont assez distinctes dans la valve droite qui a aussi deux dents cardinales très petites. L'intérieur luisant des deux valves laisse entrevoir à la loupe plusieurs lignes radiales très fines.

Vivante, notre espèce ne se trouve pas sur nos côtés, mais bien sur celles de l'Angleterre entre 8 et 50 mètres de profondeur. Elle vit aussi dans les mers plus méridionales jusqu'à Madère et la Mer Noire.

A l'état fossile, Wood en fait mention dans le Crag Corallin de Sutton,

Jeffreys dans le Pliocène de l'Italie et de la Sicile et Nyst, dans le Diestien d'Anvers.

19. Gastrana fragilis. L. Pl. VI, fig. 6, 7.

Gastrana fragilis. 1863. Jeffreys, II. Pag. 367, pl. 7, fig. 2. — 1869. Idem, V. Pl. 40, fig. 2.

Cette espèce facile à reconnaître a entièrement disparu de notre faune; ni Herklots ni van Haren Noman n'en font mention. Les exemplaires assez nombreux et parfaitement conservés de notre collection sont presque tous des forages d'Amersfoort. Ils montrent très bien des lignes concentriques un peu lamelleuses qui sont coupées par de très fines stries radiales, ainsi que la partie postérieure allongée et séparée du reste de la coquille par une sinuosité plus ou moins développée. La charnière possède dans la valve gauche une dent antérieure petite et une autre qui est forte et triangulaire et à laquelle en correspondent deux autres dans la valve droite.

En Angleterre, l'espèce n'est pas rare, quoique limitée à certaines localités. Elle vit dans le sable et le limon, de la basse marée jusqu'à 24 mètres de profondeur. Ensuite elle est connue à Drontheim et sur toutes les côtes de l'Europe situées au sud de l'Angleterre jusque dans l'Archipel Grec. A l'état fossile, elle est connue ni en Angleterre, ni en Belgique.

20. Semele alba. Wood. Pl. VI, fig. 8, 9.

Semele alba. 1885. Lorié. Pag. 63.

On n'a trouvé dans notre Système Eemien que quelques exemplaires bien conservés de cette espèce. Actuellement elle n'est pas connue sur nos côtés, mais bien sur celles de l'Angleterre, où elle vit, selon Jeffreys, entre la marée basse et 80 mètres de profondeur. Elle est répandue de la Norvège à la Mer Méditerranée, et vit généralement dans la boue.

Comme fossile elle est mentionnée dans le Pliocène de l'Angleterre, de la Belgique et de l'Italie et les Dépôts post-glaciaux d'Angleterre.

21. Scrobicularia piperita. Bell. Pl. VI, fig. 10, 11.

Scrobicularia piperita. 1885. Lorié. Pag. 65.
Mya arenaria. 1853. Harting. Pag. 39, 103.

Plusieurs exemplaires complets et très bien conservés, ainsi qu'un certain nombre de fragments reconnaissables ont été trouvés à Amsterdam, etc.

C'est une des espèces qui vivent encore en grand nombre sur nos

côtes, surtout dans le boue, jusqu'à 8 mètres de profondeur. Elle est en outre connue sur les côtes de l'Europe, de la Norvège à la Méditerranée. Wood la mentionne, en la faisant suivre d'un point d'interrogation, dans les Couches pliocènes de l'Angleterre et les Dépôts glaciaires du Clyde.

22. Ensis (Solen) ensis L. Pl. VI, fig. 12, 13.

Ensis ensis. 1885. Lorié. Pag. 66.

Quelques fragments de petites valves de cette espèce ont été trouvés. Ils sont encore très bien reconnaissables; les uns, tronqués, en sont la partie postérieure, les autres, plus arrondis, forment la partie antérieure.

L'espèce sus-nommée vit encore aujourd'hui sur nos côtes, où elle n'est nullement rare; selon Jeffreys, elle habite entre 6 et 40 mètres les parties sablonneuses du littoral de presque toute l'Europe, de l'Algérie, ainsi que du Canada et des Etats Unis.

Fossile, Wood la mentionne dans le Crag Corallin et Rouge de l'Angleterre et le Quaternaire de l'Irlande, et Nyst, dans le Diestien et le Scaldisien d'Anvers.

23. Saxicava rugosa. L. Pl. VI, fig. 14, 15.

Saxicava rugosa. 1856. Wood. Pag. 285, pl. 29, fig. 3. — 1865. Jeffreys, III. Pag. 81. — 1869. Idem V. Pag. 193, pl. 51. fig. 3, 4. — 1870. Herklots. Pag. 127, pl. 14, fig. 6. — 1881. Nyst. Pag. 242, pl. 29, fig. 4.

Saxicava arctica. 1856. Wood. Pag. 287, pl. 29, fig. 4. — 1872. Wood. Pag. 157. — 1878. Noman. Pag. 26.

Jeffreys et Wood considèrent la S. rugosa et arctica de Linné comme ne formant qu'une seule espèce. Quant au nom qu'elle doit porter, Jeffreys (l. c. V.) dit: „the specific names „rugosa" and „arctica" bear the same date of publication; but the former is the one most generally known". Nous suivons son exemple et gardons le premier nom.

Les valves en notre possession sont très petites et ne surpassent pas les dimensions de 9 m.m. sur 4. Elles sont toutes très inéquilatérales et distordues et ne méritent proprement pas le nom de *rugosa* parcequ'elles sont presque lisses, sauf quelques lignes d'accroissement irrégulières. Les crochets sont bombés et se trouvent à peu près ou tout à fait à l'extrémité antérieure. Il sont réunis aux angles inférieurs par deux carènes obtuses. Le contour de la coquille est subrectangulaire.

A l'état vivant, elle se trouve un peu partout, depuis le niveau de la haute marée jusqu'à plus de 500 mètres de profondeur (Jeffreys), et à l'état fossile, dans le Crag Corallin, Rouge et Fluvio-marin, les Dépôts

glaciaires inférieurs, moyens et supérieurs de l'Angleterre et de Christiania, ainsi que dans le Scaldisien d'Anvers (Nyst) et le Pliocène de l'Italie et de la Sicile.

24. Thracia papyracea. Poli. Pl. VI, fig. 16.

Thracia papyracea. 1865. Jeffreys, III. Pag. 36. — 1869. Idem, V. Pag. 191, pl. 48, fig. 4.

C'est seulement par quelques petites valves, que cette espèce est représentée dans notre collection. La plus grande n'a que 9 m.m. de long sur 5 m.m. de haut. Les crochets sont situés au milieu; le côté antérieur est arrondi, mais plus pointu que dans la figure de Jeffreys; le côté postérieur est tronqué verticalement, anguleux à la base et muni d'une carène oblique partant du crochet. Le bord supérieur postérieur est plus oblique que dans la figure de J., mais également un peu sinueux. La surface extérieure possède des lignes d'accroissement bien devéloppées. A l'intérieur on voit très bien le petit cuilleron destiné à recevoir le cartilage, et le sinus palléal qui est assez haut.

Selon Jeffreys, l'espèce est commune dans les baies sablonneuses des côtes de l'Angleterre jusqu'à 160 m. de profondeur; elle se trouve ensuite sur les côtes de l'Europe, depuis l'Islande à la Mer Egée et aux Canaries. A l'état fossile, elle est connue, selon S. Wood, dans le Crag Corallin, et, selon Jeffreys, dans le Postglacial d'Uddevalla et le Glacial supérieur de Christiania.

25. Mactra subtruncata. L. Pl. VI, fig. 19, 20.

Mactra subtruncata. 1885. Lorié. Pag. 68.

La distribution horizontale et verticale est presque la même que celle de la Mactra solida, qui paraît cependant descendre un peu plus dans la mer. Comme celle-ci, elle se trouve dans les Dépôts de la Période glaciale en Angleterre et dans ceux d'Uddevalla.

26. Mactra solida. L. Pl. VI, fig. 17, 18.

Mactra solida. 1853. Harting. Pag. 39, 69, 103. — 1885. Lorié. Pag. 68.

Cette espèce est représentée par quelques petits exemplaires en partie brisés ou plus ou moins endommagés, mais assez reconnaissables. Elle est mentionnée par Wood dans la Formation pliocène et les Dépôts post-glaciaux de l'Angleterre. Vivante, elle se trouve ordinairement à une profondeur peu considérable jusqu'à environ 5 mètres, et habite les côtes de l'Europe depuis la Norvège à la Sicile, y compris notre littoral.

27. Corbula gibba. Olivi. Pl. VI, fig. 21, 22.

Corbula gibba. 1885. Lorié. Pag. 72.
Corbula nitida. 1853. Harting. Pag. 40, 69, 71.
Corbula revoluta. Idem. Pag. 40, 71, 103.
Potamomya (Mya) gregaria. Idem. Pag. 40, 69, 103.

Après un examen attentif, nous avons réuni les coquilles assez nombreuses, trouvées sous Amsterdam et rapportées par M. Harting aux espèces précitées, avec les coquilles trouvées sous Hoogland, Barneveld, etc. Elles appartiennent à la Corbula gibba et la plupart correspondent exactement avec les deux figures données par Jeffreys, tant en grandeur qu'en forme extérieure. Chaque valve possède une dent épaisse; la valve gauche a en outre un petit cuilleron destiné à recevoir le cartilage. Les coquilles de Hoogland sont plus petites que celles d'Amsterdam, qui sont aussi mieux conservées et ont gardé leur lustre naturel.

Vivante, elle habite, ordinairement en société, surtout la zone des laminaires, quelquefois dans des endroits qui ne sont atteints par l'eau que de temps à autre, depuis la Norvège jusqu'à la Sicile. Fossile, on la connaît dans les Formations miocène et pliocène, ainsi que dans les Dépôts glaciaires de l'Angleterre.

28. Pholas candida. L.

Pholas candida. 1865. Jeffreys, III. Pag. 107. — 1869. Idem, V. Pag. 93, pl. 52, fig. 2. — 1870. Herklots. Pag. 117. — 1872. Wood. Pag. 163, pl. 12, fig. 25. — 1877. Noman. Pag. 26.
Pholas crispata. 1853. Harting.

En comparant les fragments de Pholas, trouvés sous Amsterdam, etc. avec des exemplaires complets de l'espèce sus-nommée on voit directement leur identité. Ces fragments sont tous très minces, quelques-uns sont munis d'épines dirigées en bas et disposées en lignes radiales et en lignes concentriques lamelleuses. Plusieurs possèdent la duplicature du crochet ovale, allongée, lisse, munie de plusieurs lignes radiales et très épaisse dans la partie centrale. L'apophyse intérieure est petite et courbée.

Selon Jeffreys, la Pholas candida habite les côtes de l'Europe, depuis l'Islande et la Norvège à la Mer Noire, et selon Herklots et van Haren Noman, elle appartient aussi à notre faune. Fossile, elle est connue dans plusieurs Dépôts quaternaires à Belfast, Christiania et Drontheim et dans le Crag Fluvio-marin de Bulchamp.

GASTROPODA.

29. Trochus cinerarius. L. Pl. VI, fig. 24.

Trochus cinerarius. 1853. Harting. Pag. 39, 69, 71, 103. — 1851. Wood. Pag. 131, pl. 14, fig. 7. — 1865. Jeffreys, III. Pag. 309. — 1869. Idem, V. Pag. 203, pl. 62, fig. 3. — 1870. Herklots. Pag. 89, pl. 7, fig. 3. — 1872. Wood. Pag. 81. — 1878. Noman. Pag. 28.

Dans la petite collection du puits du Passeerdergracht à Amsterdam se trouve une coquille très bien conservée, venant d'une profondeur inconnue (probablement 25—35 m). Les involutions sont basses et montrent encore très bien le fond jaune grisâtre et les lignes obliques pourpres; chacune possède 8 lignes spirales. L'ouverture est subcarrée et à côté d'un ombilic assez grand. Une autre plus petite vient de 32,5 m. sous Purmerend. Selon Jeffreys (l. c.), elle abonde sur les côtes anglaises dans la zone laminarienne et vit sur des pierres. On la connaît aussi depuis les côtes de l'Islande, de la Norvège, etc. jusque dans la Méditerranée et la Mer Noire. Wood la mentionne dans le Crag Rouge et les Dépôts glaciaires moyens et postglaciaires de l'Angleterre et Jeffreys, dans les Dépôts glaciaires de la Norvège.

30. Neritina fluviatilis. L. Pl. VI, fig. 25.

Neritina fluviatilis. 1862. Jeffreys, I. Pag. 53. — 1869. Idem, V. Pl. 4. fig. 1. — 1870. Herklots. Pag. 88, pl. 6, fig. 20.

Une petite coquille de cette espèce a été trouvée à 25 m. sous Purmerend. Elle montre encore des traces de l'ornementation caractéristique. La forme ordinaire n'habite que l'eau douce de presque toute l'Europe, mais selon Jeffreys (l. c.), une variété naine aurait été rencontrée sur les côtes de la Mer Baltique, en compagnie de la moule ordinaire et d'autres espèces décidément marines. Ceci est bien remarquable en égard à la petite taille de notre unique individu.

31. Scalaria communis. Lam. Pl. VI, fig. 26.

Scalaria communis. 1853. Harting. Pag. 103. — 1867. Jeffreys, IV. Pag. 91. — 1869. Idem V. Pl. 71, fig. 3. — 1872. Wood. Pag. 183. Addendum plate, fig. 5.

Scalaria clathrus. 1870. Herklots. Pag. 86, pl. 6, fig. 18.

M. Herklots a confondu les deux espèces *communis* et *clathrus* (clathatrula) qui cependant se distinguent facilement par le nombre différent des lamelles transverses. Celles-ci sont toutes égales sur nos coquilles

et au nombre de 9 sur la dernière involution de notre plus grand individu, qui n'est pas encore adulte, et se continuent d'un tour sur l'autre. L'ouverture est presque circulaire, un peu acuminée en haut. Les exemplaires de notre collection viennent du puits du Passeerdergracht à Amsterdam (profondeur inconnue) et de Woudenberg et Hoogland, près d'Amersfoort. Vivante, l'espèce habite toutes les mers de l'Europe jusqu'aux Canaries; elle se trouve aussi sur le littoral des Pays-Bas. A l'état fossile, elle est connue dans les Dépôts post-glaciaires de l'Angleterre et de la Norvège et dans le Pliocène de l'Italie septentrionale et de la Sicile (Jeffreys).

32. Valvata piscinalis. Müller. Pl. VI, fig. 27.

Valvata piscinalis. 1862. Jeffreys, II. Pag. 72. — 1869. Idem, V. Pl. 4, fig. 8. — 1870. Herklots. Pag. 79, pl. 6, fig. 12.

Ce n'est qu'à 26 m. 5 sous Purmerend que nous avons rencontré une coquille appartenant à cette espèce. Elle est formée de 4 involutions bombées et séparées par une suture profonde: la dernière possède à sa base une carène très obtuse. L'ombilic est très profond, l'ouverture presque circulaire.

Selon Jeffreys (l. c.), l'espèce habite les eaux stagnantes des Iles Brittanniques et est assez fréquente dans le Pliocène. Herklots la décrit aussi parmi les coquilles hollandaises.

33. Bythinia tentaculata. L. Pl. VI, fig. 28.

Bythinia tentaculata. 1863. Jeffreys, I. Pag. 60. — 1869. Idem, V. Pag. 151, pl. 4, fig. 4. — 1870. Herklots. Pag. 83, pl. 6, fig. 14.

Le forage de Purmerend seul nous a procuré quelques restes de ce petit gastropode, à savoir des opercules trouvés a 28,5 m. de profondeur. Ils sont facilement reconnaissables à leur forme ovale, acuminée et au noyau excentrique, qui est entouré de quelques lignes d'accroissement lamelleuses et bien développées. Ces opercules sont, comme les autres mollusques d'eau douce, une preuve du voisinage de la terre ferme.

A l'état fossile, notre espèce est connue, selon Jeffreys, dans le Crag Fluvio-marin (l. c. Pag. 61) et, vivante, elle est très répandue dans toute l'Europe, de la Sibérie à la Sicile, se trouve aussi dans notre patrie et habite les rivières peu rapides et les eaux stagnantes.

34. Hydrobia ulvae. Penn. Pl. VI, fig. 29.

Hydrobia ulvae. 1885. Lorié. Pag. 85.

Rissoa aglabra. 1853. Harting. Pag. 39, 71, 103.

Nous possédons des exemplaires assez nombreux de cette espèce que M. Harting n'avait pas reconnue, mais qu'il retrouva plus tard en grande quantité parmi les algues marines à Enkhuizen (l. c. pag. 103). En Angleterre, elle se trouve en quantité énorme sur la côte et dans l'eau saumâtre et boueuse, principalement sur l'herbe marine; elle se trouve aussi sur nos côtes ainsi que dans toutes les mers de l'Europe, y compris la Baltique.

A l'état fossile, elle a été recueillie par Wood dans le Crag Rouge et Fluvio-marin et les Dépôts postglaciaires de Gedgrave et d'Uddevalla en Norvège (Jeffreys).

35. Hydrobia ventrosa. Mont. Pl. VI, fig. 30.

Hydrobia ventrosa. 1862. Jeffreys, I. Pag. 67. — 1869. Idem, V. Pag. 151, pl. 4, fig. 7.

Hydrobia minuta. 1878. Sars. Pag. 171, pl. 9, fig. 4.

Un assez grand nombre de coquilles très petites, dont la plus grande n'a qu'une longueur de 3 m.m. appartiennent à cette espèce. Elles ressemblent de près à l'Hydrobia ulvae, mais elles ont les involutions plus bombées et la spire entière un peu plus courte. L'ouverture est subcirculaire, un peu elliptique, le bord intérieur est ininterrompu et à côté se trouve un petit ombilic. La surface est presque entièrement lisse et ne possède que des lignes parallèles très fines. Elles ressemblent entièrement à la figure donnée par Sars et à celle de la variété *minor* de Jeffreys. D'autres exemplaires plus petits encore, sont relativement plus courts, de forme ovoïde, mais diffèrent de la variété *ovata* de Jeffreys par la longueur relative de la dernière involution qui n'atteint pas la moitié de la longueur de la coquille.

Selon Jeffreys (l. c.), la Hydrobia ventrosa est un habitant de l'eau saumâtre et des embouchures des rivières de l'Angleterre, des côtes de la Norvège et de la Suède, de la France et du Portugal.

Nos exemplaires assez nombreux viennent de Scherpenzeel.

36. Rissoa membranacea. Adams. Pl. VI, fig. 31, 32.

Rissoa membranacea. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 31. — 1869. Idem, V. Pag. 208, pl. 67, fig. 8.

Rissoa subcostata. Rissoa pericostata. 1853. Harting.

Nous rapportons à cette espèce d'abord plusieurs petites coquilles, déterminées par M. Harting (l. c) comme R. peri- et subcostata. Elle est facilement reconnaissable aux côtes transverses, fortes et

flexueuses, qui ne se trouvent dans la règle que sur l'avant-dernière involution, exceptionellement aussi sur les précédentes. Sur le dernier tour on ne les voit qu'à la partie supérieure et elles disparaissent près de l'ouverture. Celle-ci a le bord extérieur épais et le bord intérieur replié sur la coquille. La plupart de nos coquilles viennent des forages d'Amsterdam. On pourrait les rapporter en partie a la variété *venusta* de Jeffreys, qui a les côtes transverses plus développées. Une autre, trouvée à Purmerend à 28 m. de profondeur se rapporte à la variété *elata* qui est plus longue et plus lisse.

Actuellement, la Rissoa membranacea habite toutes les côtes de l'Angleterre jusqu'à une profondeur de quelques mètres, et celles de l'Europe continentale, depuis la Norvège à la Mer Noire et aux Canaries, jusqu'à 60 m. de profondeur.

37. Littorina littorea. L. Pl. VI, fig. 33, 34.

Littorina littorea, rudis. 1848. Wood. Pag. 118, pl. 10, fig. 14. — 1865. Jeffreys, III. Pag. 364, 368. — 1869. Idem, V. Pl. 65, fig. 3, 4. — 1872. Wood. Pag. 79, pl. 5, fig. 9, 10.

Après avoir examiné un nombre assez considérable de coquilles de Littorina provenant des forages d'Amsterdam, d'Amersfoort, etc. nous avons vu l'impossibilité de distinguer les espèces *littorea* et *rudis*.

Plusieurs nous paraissaient appartenir à la première, d'autres à la seconde espèce, mais la plupart tenaient presque également des deux. Wood s'est trouvé dans le même embarras. Jeffreys cite bien comme point de différence que la *rudis* serait ovipare, la *littorea* vivipare; mais malgré l'importance de cette particularité, elle n'est d'aucune valeur pour séparer les coquilles vides.

Wood la mentionne dans la Formation pliocène, dans les Sables glaciaires inférieurs, moyens et supérieurs et les Dépôts post-glaciaires de l'Angleterre et d'Uddevalla.

Vivante, elle habite le littoral de l'Europe, depuis la Norvège à Lisbonne.

38. Chemnitzia cf. densecostata. Phil. Pl. VI, fig. 35.

Chemnitzia densecostata. 1848. Wood. Pag. 82, pl. 10, fig. 8.

Une très petite coquille, longue de 6 et large de 1,3 m.m., trouvée à 15 m. 30 sous Amersfoort, nous paraît appartenir à cette espèce. La Chemnitzia densecostata de Wood a le même angle de la spire et le même nombre de côtes transverses (environ 30 sur la dernière involution), qui sont droites et vont jusqu'à la suture inférieure de chaque involution sans atteindre la suture supérieure. Elles sont presque égales

en largeur aux intervalles dans lesquels on aperçoit, à l'aide de la loupe, de très fines rainures transverses. L'ouverture est elliptique et un peu acuminée en haut.

Selon Wood, elle vit dans la Méditerrané et est connue à l'état fossile dans le Crag Corallin de Sutton.

39. Chemnitzia cf. rufa. Phil. Pl. VI, fig. 36.

Chemnitzia rufa. 1848. Wood. Pag. 79, pl. 10, fig. 2. — 1872. Idem. Pag. 60.

Odostomia rufa. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 163. — 1869. Idem, V. Pag. 213. Pl. 76, fig. 1.

Une petite coquille, recueillie à Hoogland près d'Amersfoort, nous paraît devoir être réunie à cette espèce. Elle n'a qu'une longueur de 5 sur une largeur de 1,3 m.m. et est ainsi moins allongée que l'espèce précédente. Elle en diffère aussi par les côtes transverses moins rapprochées et de largeur égale aux intervalles. Ceux-ci possèdent de fines rainures transverses. L'ouverture est ovale, le bord intérieur anguleux. Comme dans l'espèce précédente, les côtes transverses se continuent jusqu'à la suture inférieure, mais non jusqu'à la supérieure.

Selon Jeffreys, on la connaît depuis les côtes de la Norvège, de la Grande Bretagne, etc. jusqu'aux Canaries et à la Mer Adriatique, à des profondeurs de 3—10 mètres. A l'état fossile, Jeffreys la mentionne aussi dans les Dépôts post-glaciaires de Skien en Norvège et dans le Crag Corallin d'Angleterre. Il la regarde comme une espèce différente de celle de Wood, qu'il croit éteinte.

40. Cerithium reticulatum. Da Costa. Pl. VI, fig. 37.

Cerithium reticulatum. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 258. — 1869. Idem, V. Pl. 80, fig. 4. — 1872. Wood. Pag. 50, pl. 5, fig. 22.

Cerithium lima. 1853. Harting. Pag. 39. — 1874. Harting. Pl. 1, fig. 1.

Murex scaber. 1843. Brocchi, II. Pag. 246, pl. 9, fig. 17.

Cette espèce est le fossile par excellence de notre faune diluviale, sur laquelle M. Harting a fixé le premier l'attention. Nos exemplaires sont extrêmement nombreux et se trouvent dans tous les endroits où s'étend le Système Eemien. Par leur petitesse les coquilles passent aisément à travers les ouvertures des pompes Norton et c'est principalement par ces pompes que le Système à été constaté en plusieurs endroits. Nous avons d'abord douté que les individus venant des localités dans la Vallée de l'Eem appartinssent réellement à cette espèce, puisqu'ils étaient tous de plus petite taille que ceux figurés par Jeffreys et Wood. Cependant, selon Jeffreys (l. c. pag. 260), „the shell varies extraordinarily in size".

L'ornementation de nos coquilles est aussi soumise à beaucoup de variation. La grande majorité a eu une croissance ininterrompue; on n'observe point de traces des fortes lignes d'accroissement figurées par J., W. et Br. D'autres cependant permettent de les distinguer facilement. Les uns ont en outre les carènes transverses plus développées que les spirales; dans d'autres c'est le contraire, et une troisième rubrique les montre d'une épaisseur égale. Quant à la longueur relative, elles tiennent le milieu entre les figures de Brocchi et de Jeffreys et correspondent exactement à la figure de Wood. Le bord extérieur de l'ouverture n'est conservé dans aucun exemplaire.

Les coquilles des forages d'Amsterdam, décrites par M. Harting, sont non seulement beaucoup mieux conservées que celles de la Vallée de l'Eem, ce qui est le cas de toutes les coquilles trouvées, mais elles sont aussi beaucoup plus grandes et excèdent même un peu la longueur donnée par Wood.

Selon Jeffreys, le Cerithium reticulatum est assez fréquent sur les côtes méridionales et occidentales de l'Angleterre, il habite l'Atlantique, des Loffodden aux Canaries. Sur le littoral de la Hollande il manque entièrement, d'après Herklots et Van Haren Noman. A l'état fossile, il se trouve dans le Crag Rouge et les Strates post-glaciaux de l'Angleterre (W. et J.) et de la Norvège, ainsi que dans le Pliocène et le Miocène de la France méridionale, de l'Italie et du Bassin de Vienne.

41. Aporrhaïs pes-pelecani. L. Pl. VI, fig. 38.

Aporrhaïs pes-pelecani. Lorié. 1885. Pag. 88.

Le puits du Passeerdergracht à Amsterdam est le seul qui nous ait procuré un exemplaire de cette espèce, provenant d'une profondeur de 32 mètres. L'aile du bord extérieur de l'ouverture a disparu; mais les involutions conservées montrent encore très bien les caractères spécifiques, les côtes transverses fortes, les granulations au-dessus de la suture et les nombreuses lignes spirales très fines.

Cette espèce est mentionnée par Wood dans les Couches pliocènes et post-glaciales de l'Angleterre.

Vivante, elle habite encore aujourd'hui nos côtes.

42. Nassa reticulata. Linn. Pl. VI, fig. 39.

Nassa reticulata. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 347. — 1869. Idem, V. Pl. 88, fig. 3. — 1870. Herklots. Pag. 70. pl. 6, fig. 2. — 1872. Wood. Pag. 14, pl. 6, fig. 5. — 1878. Noman. Pag. 29.

Buccinum reticulatum. 1853. Harting. Pag. 39.

Nassa nitida. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 349. — 1869. Idem, V. Pl. 88, fig. 4.

Jeffreys (l. c.) est porté à distinguer les espèces Nassa *reticulata* et *nitida*, quoique „*with some misgiving*". Si l'on veut suivre son exemple, tous les exemplaires trouvés à Amsterdam et autour d'Amersfoort appartiendraient à l'espèce *nitida*, le bord intérieur de l'ouverture étant entièrement lisse et ne montrant point de traces de dents comme la *reticulata*. Par le nombre des côtes transverses sur les involutions ils s'accordent bien avec la Nassa nitida.

Le bord extérieur de l'ouverture permet d'entrevoir à l'intérieur les côtes spirales; il est généralement fortifié par une épaisse ligne d'accroissement. La forme extérieure s'accorde exactement avec la figure donnée par Herklots. Jeffreys dit de la N. nitida qu'elle ne vit que dans l'eau saumâtre et sur la boue, ce qui n'était certainement pas le cas pour nos individus qui ont vécu dans la mer ouverte qui s'etendait jusqu'aux terrains diluviaux d'Utrecht et de la Gueldre. Raison de plus pour ne la considérer que comme une variété de la N. reticulata, comme l'a fait Montagu.

A l'état vivant, on la trouve de Drontheim jusqu'à la Mer Noire, ainsi que sur nos côtes (H. et v. H. N.), et à l'état fossile, dans le Diluvium marin de la Prusse, de la Norvège et de l'Angleterre, et le Pliocène et le Miocène de l'Italie, de la France méridionale et du Bassin de Vienne.

Des exemplaires bien conservés ont été trouvés dans les différents puits d'Amsterdam; ceux d'Amersfoort etc. en ont aussi livré plusieurs assez bien conservés.

43. Utriculus truncatulus. Brug. Pl. VI, fig. 41.

Utriculus truncatulus. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 421. — 1869. Idem, V. Pag. 223, pl. 94, fig. 2.

Bulla truncata? 1870. Herklots. Pag. 95, pl. 7, fig. 8.

Quelques coquilles très petites trouvées sous Amsterdam (Passeerdergracht, 24,5 m.) et sous Scherpenzeel, représentent cette espèce dans notre collection. Elles ne diffèrent que très peu de la Cylichna umbilicata, sont de forme cylindrique, tronquée à la partie supérieure et ne montrent rien des involutions intérieures qu'on ne peut observer qu'en regardant la coquille d'en haut. Les stries concentriques y sont bien développées, l'ouverture est en partie un peu plus étroite que dans les figures données de cette espèce par les auteurs sus-nommés. C'est pour ces légères différences que nous doutons un peu que la coquille décrite par Herklots soit réellement la nôtre et qu'elle ne soit pas plutôt l'Utriculus obtusus de Jeffreys.

Selon l'auteur anglais, notre espèce se rencontre autour de l'Angleterre dans la zone laminarienne jusqu'à une profondeur de 5 m., ensuite depuis les Iles Loffoden et le Finmarken aux Canaries et dans toute la Méditerranée entre 1 et 30 m. de profondeur. Fossile, Jeffreys la mentionne dans le Crag Corallin, le Pliocène de l'Italie et le Post-glacial de la Norvège.

44. Cylichna alba. Brown. Pl. VI, fig. 40.

Cylichna alba. 1867. Jeffreys, IV. Pag. 417. — 1869. Idem, V. Pl. 93, fig. 6. — 1878. Sars. Pag. 283, pl. 17, fig. 15.

Ce n'est que par deux coquilles très petites que cette espèce est représentée dans la faune du Système Eemien. Elles ont été trouvées à Scherpenzeel, la plus grande ne mesure que 3 m.m. sur 1. La forme en est cylindrique; le bord extérieur s'élève un peu au-dessus de l'extrémité supérieure; le bord intérieur de l'ouverture est un peu anguleux.

A l'état vivant, c'est un mollusque boréal qui habite les côtes de l'Ecosse septentrionale, etc. jusqu'au Spitzberg et au Groenland entre 18 et 300 m. de profondeur. A l'état fossile, il a été rencontré, selon Jeffreys, dans le Crag de Norwich et les Dépôts post-glaciaires de l'Ecosse et de la Norvège.

45. Planorbis cf. nitidus. Müller.

Planorbis nitidus. 1862. Jeffreys, I. Pag. 81. — 1869. Idem, V. Pl. 5, fig. 2. — 1870. Herklots. Pag. 53, fig. 1.

Nous rapportons, mais avec quelque hésitation, à cette espèce une petite coquille trouvée à 28 m. sous Purmerend avec plusieurs autres mollusques d'eau douce. Elle n'a que 3 m.m. de diamètre et est composée de 3 involutions dont la dernière n'embrasse qu'une faible partie de la précédente. Elles sont luisantes et munies d'un grand nombre de fines stries parallèles. Le côté supérieur est presque plat, très peu bombé; le côté inférieur est arrondi et possède un ombilic très profond, dans lequel on entrevoit encore les premières involutions. Autour de la coquille on voit une carène spirale très obtuse qui donne à l'ouverture son contour en forme de feuille de Begonia. Ceci est un argument en faveur de sa réunion avec le P. nitidus (Herklots), tandis que les involutions presqu'évolutes l'en éloignent au contraire. Jeffreys fait aussi la carène spirale beaucoup plus tranchante que Herklots.

Selon l'auteur anglais, le Planorbis nitidus se rencontre en Angleterre et en Europe jusqu'en Corse, le point le plus méridional, où elle a été

trouvée. On la connaît aussi en Sibérie et à l'état fossile dans le Pliocène de l'Angleterre (Jeffreys).

46. Succinea elegans. Risso.

Succinea elegans. 1885. Lorié. Pag. 102, pl. 5, fig. 40.

Cette petite espèce, que nous avons déjà mentionnée en traitant du forage d'Utrecht, s'est aussi retrouvée parmi les fossiles de notre faune quaternaire. Ce n'est que sous Purmerend et à 25; 25,5; 26,5 et 28 m. que quelques petits exemplaires ont été trouvés en compagnie de plusieurs autres coquilles d'eau douce. Elles y ont été apportées probablement par un rivière. A l'état vivant, on retrouve notre espèce dans l'eau douce et sur les terres marécageuses de presque toute l'Europe et, à l'état fossile, dans le Crag Rouge de l'Angleterre.

A Gorkum l'espèce a été trouvé dans des couches que nous avons considérées comme quaternaires et parallélisées avec le Diluvium sableux; à Utrecht, elle appartenait aux fossiles scaldisiens.

Chapitre III. **Age géologique du Système Eemien.**

Liste des fossiles du Système Eemien dans la Vallée gueldroise, sous Amsterdam et sous Purmerend.

	Vallée gueldroise.		Amsterdam m. — A.P.				Purmerend m. — A.P.				Vivant encore							
	fréq.	rare.	6,8—11,5	23—27	30,6-33,5	41,5	25	26,5	32	34	Nos côtes.	Angleterre.	Au nord.	Au sud.	Glacial Norv.	Postgl. Norv.	Bridl. arctic.	Intergl. Hold.
1. Echinocyamus pusillus.	×										×	×						
2. Echinocardium cordatum.		×			×						×	×						
3. Membranipora tuberculata.				×								×		×				
4. Anomia ephippium.	×										×	×	×	×	var.	×	×	×
5. Ostrea edulis.	××			×	×		×	×	×		×	×	×	×		×	·	×
6. Pecten pusio.				?								×	×	×		×		
7. Mytilus edulis.	××			×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
8. Lucina arcuata.	××			×	×		×	×	×			×		×				
9. Cardium edule.	××		×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×
10. Cardium echinatum.	×			×				×			×	×	×	×		×		×
11. Cardium tuberculatum.		××		×								×		×				
12. Pisidium amnicum.		×		×				×			×	×	×	×				
13. Tapes decussatus.	×			×						33		×		×		×		×
14. Tapes virgineus, var. maj. [1])	××			×	×		×	×	×		×	×	×	×		×		

[1]) Le Tapes virgineus vit encore sur nos côtes, la variété „*major*" est pourtant éteinte.

Liste des Fossiles du Système Eemien dans la Vallée gueldroise, sous Amsterdam et sous Purmerend.

	Vallée gueldroise.		Amsterdam m. — A.P.				Purmerend m. — A.P.				Vivant encore							
	fréq.	rare.	6,8—11,5	23—27	30,6-33,5	41,5	25	26,5	32	34	Nos côtes.	Angleterre.	Au nord.	Au sud.	Glacial Norv.	Postgl. Norv.	Bridl. arctic.	Intergl. Hold.
15. Venus ovata.	×							28				×				×	×	×
16. Dosinia lincta.		×									×	×	×	×		×		
17. Tellina Balthica.	×		×	×			×		×		×	×	×	×	×	×	×	×
18. Tellina donacina.		××										×		×				
19. Gastrana fragilis.	×						×	×				×	×	×				
20. Syndosmyma alba.		×										×	×	×	×	×		
21. Scrobicularia piperita.	×		×	×				×		33	×	×	×	×		×		×
22. Ensis ensis.		×						28,5			×	×	×	×		×	×	
23. Saxicava rugosa.		×			×										×	×	×	×
24. Thracia papyracea.		××										×	×	×				
25. Mactra subtruncata.	×										×	×	×	×		×		×
26. Mactra solida.	×			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×	×
27. Corbula gibba.	×			×	×			×	×		×	×	×	×			×	×
28. Pholas candida.		××		×	×			×	×		×	×	×	×		×		
29. Trochus cinerarius.		××		?					32,5		×	×	×	×		×	×	×
30. Neritina fluviatilis.		××					×				×	×	×	×				
31. Scalaria communis.		××		?							×	×	×	×		×		×
32. Valvata piscinalis.		××						×			×	×						
33. Bythinia tentaculata.		××						28,5										
34. Hydrobia ulvae.		×		×	×			×	32,5		×	×	×	×		×		×
35. Hydrobia minuta.		×										×	×	×				
36. Rissoa membranacea.	×			×	×			28				×	×	×				
37. Littorina littorea.	×		×	×	×		25,5				×	×	×	×	×	×	×	×
38. Chemnitzia cf. densecostata		××												×				
39. Chemnitzia cf. rufa.		××										×	×	×		×		×
40. Cerithium reticulatum.	××			×			×	×	×			×	×	×		×		
41. Aporrhaïs pes-pelecani.		×			×						×	×	×	×		×		×
42. Nassa reticulata.	×			×	×	×	×		×		×	×	×	×		×		×
43. Utriculus truncatulus.		×		×							×	×	×	×				
44. Cylichna alba.		××										×	×		×	×	×	
45. Planorbis cf. nitidus.		××						28				×	×	×				
46. Succinea elegans.		××					×				×	×	×	×				

Quoique les profondeurs auxquelles les fossiles ont été rencontrés dans la Vallée gueldroise varient d'un point à l'autre, on voit au premier abord que partout ce n'est qu'une seule et même couche qui les contient. Il est donc ici hors de discussion qu'ils ont été enterrés en même temps. Il en est autrement à Amsterdam et à Purmerend; ici les fossiles ont été

trouvés à des profondeurs assez différentes et il reste à savoir si l'ensemble des couches fossilifères, ou seulement une partie, est l'équivalent du Système Eemien. Nous avons dans ce but suivi la même méthode qu'en décrivant les fossiles des forages d'Utrecht, etc.: nous avons dressé une liste qui énumère les espèces et les profondeurs où elles ont été trouvées. Dans les différents puits d'Amsterdam, les fossiles ont été rencontrés aux profondeurs suivantes: „Passeerdergracht", 23½, 24½, 25½, 26½, 32 et 34 m.; „Lauriergracht", 9, 28, 28½, 32 et 34 m.; „Nieuwe Markt", 13, 25½, 26, 26½, 28½ et 43 m. et „Bloemgracht", 8 m.

Comme la hauteur du sol près de tous ces puits n'est pas la même (N. M. 1,5; L. G. 1,4; B. G. 1,2 et P. G. 0,5 m., au-dessus de A. P.) nous réduisons les profondeurs à ce même niveau et obtenons ainsi les chiffres suivants:

P. G.		23	24	25	26	31,5	33,5
L. G.	7,5			26,5	27	30,6	32,6
N. M.	11,5	24	24,5	25	27		41,5
B. G.	6,8						

Nous pouvons ainsi accepter quatre niveaux coquillers, le premier de 6,8—11,5, le second de 23—27, le troisième de 30,6—33,5 et le quatrième à 41,5 m. sous A. P. En répartissant les fossiles sur ces quatre niveaux nous voyons que le premier seul présente des différences essentielles; il ne contient aucune espèce éteinte pour notre faune et seulement quatre espèces assez vulgaires. Les trois autres niveaux ne diffèrent pas essentiellement; les deux premiers contiennent toutes les espèces caractéristiques du Système Eemien, et le quatrième, qui ne représente qu'une seule profondeur d'un seul puits, contient deux espèces qui se retrouvent aussi dans les autres couches (Nassa reticulata et Corbula gibba). Les trois niveaux inférieurs sont ainsi l'équivalent du Système Eemien, dont les fossiles se rencontrent ainsi entre 23 et 41,5 m. — A. P., c'est à dire dans les couches VII (sable) et VIII (marne argileuse dure) des profils de Harting (l. c. Pl. I). Dans les environs d'Amersfoort, etc. la couche de sable coquiller est partout recouverte d'une couche d'argile grise et on retrouve de même à Amsterdam au-dessus du sable VII une argile marneuse gris-jaunâtre d'épaisseur variable. C'est probablement la continuation du même dépôt.

A Purmerend les choses sont plus simples encore; le sol y est de hauteur égale avec A. P. et les couches qui contiennent des fossiles sont à 25, 25½, 26, 26½, 28, 28½, 29, 29½, 30, 30½, 31, 32, 32½, 33 et 34 m. — A. P. Nous avons dressé en brouillon un tableau des fossiles et des profondeurs, et nous avons vu qu'il n'y a aucune différence essentielle; que toutes appartiennent au Système Eemien. Pour le simplifier nous en reprodui-

sons seulement les profondeurs de 25 et de 34 m., la supérieure et l'inférieure, avec celles de 26½ et de 32 m. qui sont le plus riches en fossiles.

On se demande maintenant de quel âge est notre faune, ou plutôt sont nos deux faunes, la plus grande du Système Eemien et l'autre beaucoup plus petite des couches supérieures d'Amsterdam. Considérons d'abord, pour résoudre cette question, les relations stratigraphiques de la couche fossilifère. Partout dans la Vallée de l'Eem et sous Amsterdam, celle-ci est couverte d'une couche d'argile sur laquelle repose du sable, mêlé parfois de cailloux et remplacé localement par de l'argile ou de la tourbe. Ce sable forme ce que Staring a appelé „Zanddiluvium", considéré par lui comme le terme le plus récent de la série quaternaire. Dans une série d'endroits p. e. Barnevéld, Voorthuizen, Nijkerk et Amsterdam, ce même Zanddiluvium se continue sous la couche coquillère jusqu'à une profondeur inconnue; à Amersfoort au contraire les coquilles reposent sur un sable contenant beaucoup de galets scandinaves, identiques à ceux qui se trouvent à la surface de la colline d'Amersfoort et sur la Veluwe. Le versant de cette colline se continue ainsi sous la surface jusqu'à une profondeur inconnue pour se relever de l'autre côté de la Vallée gueldroise et y former la surface des collines de la Veluwe. Partout où des rapports stratigraphiques ont été constatés on n'a trouvé nulle part les coquilles Eemiennes dans ou sous le Diluvium entremêlé. La Période Eemienne est ainsi identique avec celle du Zanddiluvium, comme nous ne voyons aucune raison pour considérer les sables en-dessous des fossiles à Barneveld, Voorthuizen, etc. comme étant d'un âge géologique différent de ceux qu'on rencontre en-dessus. Ainsi que nous l'avons vu dans la première partie de ce travail, la déposition des erratiques scandinaves ayant eu lieu probablement dans la première période glaciale du Quaternaire, le Zanddiluvium est d'un âge postglacial.

Une question intimement liée avec celle de l'âge de ce Zanddiluvium ou de la Vallée gueldroise (s. s.) c'est celle de l'âge de la Vallée gueldroise (s. a.). Le lit de la première est formé par le Zanddiluvium, le lit de la seconde, par le Diluvium glacial et se trouve au-dessous de la couche coquillère. Comme celle-ci appartient au Zanddiluvium nous pouvons placer la date de la Vallée gueldroise (s. s.) vers la fin de la période du Zanddiluvium. Pourtant elle a encore subi des changements; le niveau du sol y a été plus élevé qu'aujourd'hui, comme nous le montrent les collines de Baarn et de Hoogland, qui ne sont composées que de sable et n'ont en même temps nullement l'aspect des dunes de l'intérieur. Elles ne sont que les restes d'une surface plus élevée du sol dont une grande partie a été enlevée par la dénudation.

Quant à la date de la formation de la Vallée gueldroise (s. a.), elle est moins facile à fixer. Son origine nous semble claire; on ne peut faire d'objection à la considérer comme vallée d'érosion, hypothèse que les versants assez escarpés à Reenen et Wageningen rendent plus que probable. Quand cette érosion a-t-elle eu lieu? Le profil du „Laarsche Berg" (pl. II, fig. 1) nous prouve qu'après l'érection des bancs redressés il y a eu une forte érosion et qu'ensuite il s'est déposé dans les creux produits un ensemble de couches formant le Diluvium stratifié glacial, sur lequel repose la *moraine inférieure*. Ces couches n'ont pu se déposer naturellement dans l'air, mais sur du sable en-dessous et ont probablement été en continuité directe de Reenen à Wageningen et d'Amersfoort à la Veluwe. Une grande partie en a été enlevée par la dénudation, de sorte que les restes que nous avons observés à Reenen, à la Grebbe et à Wageningen ne sont que des fragments d'une masse jadis beaucoup plus étendue. Cette érosion achevée, la vallée profonde s'est de nouveau remplie de sable, remplacé localement par de la glaise ou de la tourbe. Nous croyons pouvoir expliquer ce fait en admettant un abaissement du sol, qui permit ensuite à la mer d'entrer dans la vallée changée ainsi en estuaire. Un phénomène plus dificile à expliquer, c'est le niveau coquiller qui n'a qu'une épaisseur d'un mètre environ. Pourquoi les coquilles ne se rencontrent-elles point au-dessus et au-dessous de ce niveau, excepté sous Amsterdam et sous Purmerend? Ces deux villes se trouvent en dehors de la vallée et à l'endroit où elles sont bâties était jadis la mer ouverte, pendant que la Vallée gueldroise se remplissait de sable.

Comme celle-ci est d'origine postglaciale, le Système Eemien l'est par conséquent aussi. Or, nous avons essayé de démontrer dans la première partie de cet ouvrage que la *moraine inférieure* du Diluvium entremêlé est celle de la première extension du glacier scandinave. Notre faune pourrait ainsi être interglaciale (précéder la dernière extension), glaciale (ou contemporaine) et postglaciale (ou postérieure). Or, les géologues anglais, (Forbes, Bell, Harkness, Jamieson, Geikie, Crosskey, etc.) distinguent pour les Dépôts quaternaires deux catégories de faunes; l'une a un caractère décidément boréal et est considérée par conséquent comme glaciale; l'autre ne contient que quelques espèces boréales, mais a un caractère assez semblable à celui de notre faune actuelle et elle indique ainsi un climat semblable à celui de nos jours, peut-être un peu plus froid.

Nous avons comparé notre faune avec quelques autres de la Période quaternaire. D'abord M. Clement Reid dans sa „Geology of Holderness", faisant partie des „Memoirs of the geological Survey of England and

Wales, 1885", énumère les fossiles de deux faunes à caractère assez différent. La première est celle du Bridlington Crag qui se trouve sous la *moraine inférieure* de la première glaciation et qui a un caractère décidément arctique; la seconde est celle des graviers interglaciaires, dont la faune est presque celle de nos jours, avec quelques formes boréales de plus. On voit dans notre tableau que le nombre de nos espèces qui se retrouvent dans les couches interglaciales est un plus grand que le nombre de celles qui se retrouvent dans le Crag glacial (20 contre 12 sur 46).

Nous avons également comparé notre faune avec celles que M. Sars a décrites dans sa: „Fossile Dyrelevninger fra Quartaerperioden" Christiana, 1865. Il y traite les faunes marines trouvées aux environs de Christiania sur les rivages émergés de la Période quaternaire. Les anciens rivages les plus élevés entre 157 et 94 m. au-dessus du niveau de la mer portent des „bancs de testacés glaciaires", renfermant une faune littorale ou d'eau basse, et une „argile marneuse", renfermant une faune d'une mer plus profonde. Ces deux faunes ont un caractère arctique très prononcé.

Les rivages entre 0 et 47 m. au-dessus du niveau de la mer portent également deux faunes plus ou moins distinctes. Il y a d'abord les „bancs coquillers postglaciaires", qui sont de „vraies formations littorales ou formées dans une eau peu profonde", et ensuite „l'argile coquillère", dont la faune appartient „tantôt aux eaux basses, tantôt à des eaux plus profondes", ou bien a été „déposée à une très grande profondeur". Dans chacun de ces trois cas, elle se lie étroitement à celle des côtes de la Norvège actuelle; tout au plus a-t-elle un caractère un peu plus arctique, ce qui est justement ce que Clement Reid a trouvé pour sa faune des graviers interglaciaires de Holderness. En jetant un coup d'oeil sur notre tableau, on voit aussitôt la répartition très inégale de nos fossiles dans ces deux faunes. Des 46 espèces, il ne s'en retrouve que 7 dans la faune glaciale contre 26 dans la faune postglaciale.

Il suffira également de parcourir notre tableau pour voir qu'il contient un certain nombre d'espèces qui vivent aussi plus vers le nord, mais que toutes ces espèces se trouvent également sur les côtes de l'Angleterre et au sud et la majeure partie sur celles des Pays-Bas. La faune a décidément un caractère non-boréal et est par conséquent non-glaciaire. Reste encore à voir si elle est inter- ou postglaciale.

Elle se trouve dans la *zone morainique extérieure* et n'est donc pas recouverte par des dépôts glaciaires plus récents; elle ne l'est non plus par des graviers du même âge, de sorte que les relations stratigra-

phiques ne permettent point d'en prouver l'âge interglacial. La comparaison avec les fossiles du Quaternaire de la Grande Bretagne ne peut nous servir, leurs relations stratigraphiques étant en grande partie encore sujettes à beaucoup de controverses et n'étant pas encore suffisamment élucidées. D'ailleurs, ces faunes qui indiquent un climat semblable au nôtre diffèrent assez considérablement de celle du Système Eemien quant à leur composition. Dans les écrits des auteurs anglais qui se sont occupés de l'étude de ces faunes, et qui datent pour la plupart déjà d'une vingtaine d'années, il n'y a dans la règle pas de distinction faite entre deux *Boulderclays* d'âge différent, ce qui embrouille dans l'étude de ces faunes.

Il en est de même de celles de l'Allemagne du Nord, dont surtout Berendt et Jentzsch se sont occupés („Schriften der Physikalisch-oekonomischen Gesellschaft in Königsberg" 1865, 1867, 1876 et et 1880, „Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft", 1874, 1879 et 1884 et „Neues Jahrbuch für Mineralogie" 1876 et 1878). A leur côté se trouvent Beyrich (Zeits. d. D. g. G. 1852 et 1876), Künth (Idem 1865) et Römer (Idem 1864). De tous ces écrits nous ne nous servirons ici que de ceux de Berendt (Schriften 1865, 1867 et Zeits. 1874 et 1884) et de Jentzsch (Schriften 1880). Les autres s'occupent ou de faunes boréales de la Période quaternaire, ou de détails qui ne peuvent pas nous être utiles pour fixer l'âge de notre faune Eemienne. Berendt décrit les découvertes successives de fossiles quaternaires dans ses différentes publications, auxquelles nous empruntons les détails suivants. Les principaux gîtes fossilifères se trouvent dans la vallée profonde de la Vistule entre les villes de Thorn et de Dirschau, par conséquent dans la province de la Prusse occidentale et sur les frontières de Posen. C'est surtout le voisinage de Mewe qui a produit un assez grand nombre de ces coquilles dans une couche de sable marneux ou graveleux. Les espèces qui y ont été découvertes et déterminées successivement sont: Tapes virgineus, Cyprina Islandica, Ostrea edulis, Corbula gibba, Mactra subtruncata, Scrobicularia piperita, Paludina lenta, Valvata piscinalis, Cardium edule, Tellina solidula (= Balthica), Nassa reticulata et Cerithium reticulatum. Quoique la Cyprina Islandica et la Paludina lenta n'aient pas encore été trouvées dans notre faune quaternaire et quoique au contraire notre Lucina arcuata si caractéristique manque encore dans la faune Vistulienne, les rapports sont si grands qu'on peut les considérer comme identiques. Berendt observe que toutes ces espèces se retrouvent actuellement dans la Mer du Nord et quelques-unes seulement dans la Mer Baltique (Cardium edule et Tellina solidula), mais que ces

dernières y ont une coquille mince et peu solide et sont de petite taille, comme en général les coquilles d'eau saumâtre, tandis que les coquilles fossiles sont fortes et grandes, comme celles qui vivent actuellement dans la Mer du Nord. Il compare cette faune avec les trois faunes fossiles que Lovén distingue pour le nord de l'Europe, savoir celle de la Mer Glaciale-Baltique, celle de la Mer Glaciale- du Nord et celle de la Mer du Nord-Celtique.

A la première faune appartiennent les dépôts à faune boréale de l'Allemagne du Nord, d'Upsala en Suède, etc.; à la seconde, ceux d'Uddevalla en Norvège et les faunes boréales quaternaires de la Grande Bretagne, tandis que la troisième, qui se rapproche le plus de la faune actuelle de nos latitudes et qui se retrouve à l'état fossile sur l'île de Tschörn, a le plus grand rapport avec la faune quaternaire de la Vistule. Berendt était tenté de les identifier, mais en considérant que les dépôts de la Scandinavie qui contiennent cette faune sont considérés comme subfossiles ou post-glaciaires, tandis que la couche coquillère de Mewe, Marienwerder, Bromberg, etc. est sans contredit quaternaire, il considère la faune Vistulienne comme plus ancienne. Il s'en suit qu'il faut lui attribuer un âge interglacial. Berendt considère pour ces raisons la faune de la Mer du Nord-Celtique comme une reconstruction de la faune marine diluviale de la Vistule.

En 1874 (Zeits. d. D. g. G.) il fit mention de la découverte d'une faune marine quaternaire dans la province de la Prusse orientale près d'Arnau sur la Pregel en aval de Königsberg, puis près des villages de Langmichels et de Willkomm près de Skandau. Les coquilles trouvées étaient: Cardium edule, Nassa reticulata, Cyprina Islandica, Mactra solida, Tellina solidula, Ostrea edulis et Valvata piscinalis; la faune est donc identique à celle de la Vistule, quoique moins riche. Au-dessus de ces coquilles se trouve une couche mince de marne diluviale ce qui est une preuve suffisante de son âge plus reculé que la dernière période glaciaire; ces dépôts seraient ainsi interglaciaires et par conséquent il devient encore plus probable que ceux de la Vistule le seraient aussi.

Dans la même publication il mentionne comme découverts à Mewe le Cardium echinatum et la Scalaria communis, deux espèces également connues, quoique rarement, dans notre faune diluviale.

Finalement celle-ci a été retrouvée en Pomméranie près de Colberg sur la rive de la Persante (Berendt, Zeits. 1884) dans un gravier quaternaire. Les espèces trouvées étaient: Ostrea edulis, Mytilus edulis, Loripes lacteus, Cardium edule, C. echinatum, Cyprina Islandica, Tapes pullastra, Tellina solidula, Scrobicularia piperita, Mya arenaria, Littorina

littorea, Aporrhaïs pes-pelecani, Buccinum undatum, Nassa reticulata, Balanus sp. Le Cerithium reticulatum et la Lucina arcuata de notre faune quaternaire manquent, et notre Tapes virgineus est peut-être identique avec le sus-nommé Tapes pullastra, puisque les exemplaires fossiles du Quaternaire ont souvent été déterminés comme tels.

La présence d'une mer quaternaire étant une continuation directe de la Mer du Nord et couvrant les provinces de la Pomméranie et de la Prusse Occidentale et Orientale, est, selon Berendt, un fait géologique bien constaté.

Jentzsch cependant (Schriften Kön. 1880), n'est pas entièrement de cette opinion; il relève le fait que souvent on trouve entremêlés des éléments hétérogènes, comme des ossements de mammifères terrestres, de coquilles d'eau douce et marines, venant autant de la Mer du Nord que de la Mer Glaciale, de sorte que ces gîtes ne peuvent pas être considérés comme primaires. Parmi ceux qui nous intéressent ici, il ne regarde comme tels que celui de Klein-Schlanz près de Dirschau sur la Vistule et de Vogelsang près d'Elbing. Si ces gites ne sont pas primaires, mais s'ils font partie de la *moraine inférieure*, les véritables gîtes seraient naturellement plus anciens et probablement d'un âge interglacial, ce qui est aussi la conclusion de Berendt, qui les regarde comme primaires. Ce dernier auteur relève le fait que les grandes coquilles comme Cyprina Islandica et Tapes virgineus ne se rencontrent qu'en fragments, tandis que les plus petites seules sont entières et plus ou moins intactes. Ce fait serait un argument en faveur de l'hypothèse de Jentzsch, mais n'implique nullement l'âge interglacial des dépôts primaires.

Aussi en 1882 (Jahrbuch der königl. preuss. geolog. Landesanstalt. „Die Lagerung der diluvialen Nordseefauna bij Mariënwerder"), Jentzsch prouve de nouveau l'âge interglacial de cette faune.

Nous avons vu que la comparaison de notre faune fossile avec celle de la Prusse orientale ne pous permet pas de décider sur son âge inter- ou postglacial, les affinités avec la dernière étant aussi grandes qu'avec la faune de la Mer du Nord-Celtique qui est considérée comme postglaciale.

Il y a cependant encore une dernière manière de trancher la question et c'est de comparer entre eux les quatre niveaux fossilifères sous Amsterdam. Dans tous les puits on a trouvé une alternance de sable, de glaise et de marnes qui démontrent une sédimentation ininterrompue, quoique changeant parfois de caractère. Au-dessus de notre niveau fossilifère quaternaire supérieur on trouve de la glaise, puis du sable et ensuite une glaise tourbeuse qui prouve le voisinage de la terre ferme. Cette glaise est à son tour couverte de sable et d'un sable marneux

constituant le dernier niveau coquiller, dont les mollusques sont ceux qui vivent actuellement sur nos côtes. Il n'y a donc point de raison pour ne pas le considérer comme récent ou alluvial. Comme il n'y a point d'interruption dans la sédimentation, le niveau coquiller supérieur succède immédiatement au second; il ne reste donc plus qu'à décider si celui-ci et les deux autres qui n'en diffèrent point appartiennent à la Période alluviale ancienne ou à la partie la plus récente de la Période diluviale.

La différence n'est certainement pas grande, comme l'a déjà remarqué M. Harting. Deux raisons nous font considérer notre faune Eemienne comme diluviale, par conséquent comme post-glaciale. La première est sa différence assez considérable avec notre faune actuelle. Parmi les 20 espèces fréquentes il n'y en a pas moins de 7 ou 35%, qui sont éteintes pour notre faune, quoiqu'elles vivent encore sur les côtes de l'Angleterre. Ce sont: Lucina arcuata, Tapes decussatus, Tapes virgineus, var. major (le Tapes virgineus actuel est beaucoup plus petit, la var. major est en réalité éteinte), Venus ovata, Gastrana fragilis, Rissoa membranacea, Cerithium reticulatum. Cette modification dans notre faune est certainement assez grande pour qu'on puisse la paralléliser avec un changement de période géologique.

Une autre raison est la présence d'une grande masse de sable dans la Vallée gueldroise au-dessus de la couche fossilifère et qui peut monter jusqu'à 23 mètres d'épaisseur (y compris une couche de glaise de 2 m.). On ne trouve nulle part à la surface de cette vallée de l'argile fluviatile, qui est cependant si répandue dans les vallées de toutes nos rivières. Les conditions ont dû être différentes de celles de nos jours pour ne permettre à ce bras du Rhin que de déposer du sable. Elles étaient intermédiaires entre celles qui faisaient charrier à cette rivière d'énormes masses de gravier et les conditions actuelles. Aujourd'hui les bras du Rhin déposent aussi du sable, il est vrai, mais en même temps du limon, et cela depuis les temps historiques. Cet état intermédiaire est précisément celui que nous nous représentons pour la période postglaciale; les conditions climatériques s'améliorent, le froid et les quantités d'eau et de neige diminuent peu à peu.

L'idée de considérer la Vallée gueldroise comme un produit d'érosion fluviatile n'est pas nouvelle. La configuration du sol a déjà autrefois attiré l'attention et différents auteurs ont discuté cette origine fluviatile, mais en se basant presque uniquement sur des données historiques: les chroniques des Romains et des écrivains du Moyen Age. Le travail le plus étendu et le plus soigneux à cet égard est celui de Jhr. Mr. A. J. H. M. van Asch van Wijck, intitulé „Proeve over den ouden Loop van de

Rivier de Eem", Utrecht 1832. Il considère avec nous la petite rivière de l'Eem comme étant le reste dégénéré d'un bras du Rhin beaucoup plus puissant et tâche d'en démontrer l'étendue beaucoup plus considérable encore dans les premiers temps historiques. Selon lui les noms de „Heymenberg" et „Heymerstein" près de Reenen, d'un côté, et „Emmeloord" (Ile de Schokland) et même „Hemelumer Oldephaert" (sud-ouest de la Frise) de l'autre, auraient tous rapport au voisinage de cette rivière. Nous ne pouvons pas suivre l'auteur dans ses dissertations linguistiques intéressantes; c'est le terrain des philologues. Ajoutons seulement qu'il a aussi étudié la configuration du sol pour y emprunter de nouveaux arguments en faveur de son hypothèse.

Arends (Physische Geschichte der Nordseeküste, Emden 1833), mentionne également cette hypothèse, qui n'aurait pas trouvé beaucoup de sympathie en Néerlande. Selon lui, le Dr. Swarts aurait même tâché de fixer la date du dessèchement de la Vallée gueldroise en faisant couper par Claudius Civilis la digue à l'ouest de Reenen (de Reenen à Nymègue?). En outre, Arends relève ce fait important que toute la vallée est si basse que par des ruptures de la digue entre Wageningen et Reenen l'eau s'est écoulée au Zuiderzee. Il ne faut pas d'imagination pour se figurer cette rivière temporaire comme rivière permanente ayant un niveau plus élevé pendant la Période quaternaire. Les preuves de ces niveaux plus élevés abondent en Europe. D'après Van Asch van Wijck (l. c), il aurait été question à différentes reprises de remettre la Vallée gueldroise dans son ancien état. Frédéric Barberousse e. a. aurait ordonné de conduire le Bas-Rhin dans son ancien lit; mais cet ordre aurait pris le même chemin que tant d'autres des empereurs d'Allemagne: on ne fit rien.

Ottema („De vrije Fries", IV Leeuwarden 1846. „Over den Loop der Rivieren door het Land der Friezen en Batavieren in het Romeinsche Tijdperk") consacre quelques lignes à cette question. Il admet bien un ancien bras du Rhin dans la Vallée, mais ne croit pas que l'Eem en soit le dernier vestige. Ses arguments sont très faibles. Il traite la question à un point de vue historique et n'arrive naturellement pas à un bon résultat.

M. Hartogh Heys van Zouteveen („Algemeene Statistiek van Nederland", 1870), parle en quelques mots de la question (Pag. 14 note). Comme Staring (B. v. N. I. Pag. 412), il attache beaucoup d'importance à l'absence de glaise fluviatile et n'admet pas que la Vallée ait été un lit de rivière. Tous deux ont cependant aussi perdu de vue la différence importante entre les rivières actuelles et les rivières quaternaires.

Chapitre IV. Comparaison de la Vallée gueldroise et de celle de l'IJssel.

Tout ce que nous venons de dire ici sur l'âge du sable de la Vallée gueldroise peut s'appliquer de même à celui de la Vallée de l'IJssel. Seulement il y a une différence en ce que nous rencontrons ici trois vallées concentriques au lieu de deux. La plus large, qui a ses bords à la Veluwe d'un côté et à la série de collines du Diluvium entremêlé de l'autre (Eltenberg-Monferland, Lochemerberg, Haarlerberg, Lemelerberg), s'est en grande partie encombrée de Diluvium sableux. L'érosion a travaillé une seconde fois et y a formé une vallée secondaire moins large et remplie à son tour de glaise fluviatile, dans laquelle nous observons la vallée tertiaire occupée actuellement par la rivière elle-même.

Un autre point de différence est que la Vallée issulane ne montre aucune trace de l'occupation de la mer; nulle part on n'y a trouvé de coquilles marines. Par les renseignements que je dois à la bienveillance des municipalités, je puis donner les détails suivants sur le sous-sol des principales villes de cette vallée.

A Kampen on connaît avec exactitude la couche superficielle, épaisse de 7 m. La glaise fluviatile y a une épaisseur de 2,5 à 3 m., et repose sur une couche de tourbe épaisse de 1 à 2 m., sous laquelle se trouve le sable entremêlé de gravier jusqu'à une profondeur inconnue. Ce Diluvium sableux qui vient aussi à la surface de la ville constitue en même temps le sous-sol du „Kampereiland", où il est recouvert d'une couche de glaise marine, épaisse d'environ 0,5 à 1 m. En 1868 on y a exécuté deux forages. Le premier dans la „Keizerstraat" a pénétré jusqu'à 35,4 m. de profondeur, mais on n'en a point conservé d'échantillons, tandis que ceux du second, exécuté sur le „Nieuwe Markt" sont en la possession de M. L. Ali Cohen de Groningue. La glaise fluviatile, plus ou moins sableuse, s'étend jusqu'à 5,45 m. de profondeur et repose sur une couche de tourbe jusqu'à 7,2 m. De 7,2 à 18,85 m. on a traversé du sable alternativement blanc et bigarré, plus ou moins fin, micacé à sa base. Entre 12 et 14,5 m. il contenait de petits cailloux de quartz blanc, de grauwacke, de grès, de silex, de granit et de syénite. Entre 18,85 et 19,2 m. se trouvait une couche ou plutôt une masse de tourbe qui n'a pas été rencontrée par l'autre forage. Entre 19,2 et 22 m. revenait le sable légèrement bigarré avec quelques cailloux de quartz blanc et de silex, entre 22 et 22,4 m. de l'argile gris-clair mêlée de tourbe, et entre 22,4 et 31,3 m.

on n'a perforé que du sable, blanc pur en haut, légèrement bigarré en bas, non micacé, plus ou moins grossier et contenant de très petits cailloux de granit à 27 et à 31 m. de profondeur.

A Zwolle le sous-sol est connu jusqu'à une profondeur de 24,5 m. (22 m. — A. P.). Les 4 premiers mètres ont été remaniés par l'homme; puis vient une mince couche de tourbe, et à 4,6 m. de profondeur le gros sable diluvien, qui contient à 11 m. des galets, en partie d'origine scandinave; ces galets se retrouvent à 16 m. et à 24 m. de profondeur. La partie inférieure de ce sable est mêlée d'argile.

Le forage de Deventer, exécuté en 1876, nous apprend encore davantage sur la constitution du sol, puisqu'il a pénétré jusqu'à une profondeur de 90 mètres (81 m. — A. P.). Il se compose de nouveau principalement de sable plus ou moins fin, mêlé parfois d'argile et contenant quelques couches insignifiantes de tourbe. L'argile participe en très grande partie à la formation du sous-sol. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la couche de sable mêlé de gravier, entre 82,5 et 87,5 m. de profondeur, qui contient beaucoup de cailloux scandinaves, de granit, de syénite, de calcaire gris silurien avec des restes de Crinoïdes, et de silex, mêlés à d'autres de quartzite et de grauwacke. Le sable fin au-dessous de cette couche contient quelques restes de Bryozoaires et de Foraminifères.

Un forage exécuté à Zutfen en 1883, est descendu plus bas encore, jusqu'à 110 m. (101 m. — A. P.). On n'a rencontré presque rien que du sable, tantôt plus fin, tantôt plus gros, plus ou moins argileux, parfois mêlé de gravier. On y a aussi rencontré des cailloux scandinaves entre 20 et 25 m. et, en très petite quantité, à 12 m. de profondeur.

Quelle signification doit-on attacher maintenant à ces cailloux de roches plutoniennes ou sédimentaires d'origine scandinave? En traitant des forages d'Utrecht et de Gorkum dans un travail antérieur nous avons tiré la limite entre Scaldisien, ou Pliocène supérieur, et Quaternaire au niveau où de petits cailloux de granit avaient été trouvés. Jusqu'ici rien ne nous indique que des cailloux de granit trouvés en Hollande soient parfois d'origine méridionale; Dewalque seul suppose que ceux de Maastricht sont venus des Vosges (pag. 77).

En tout cas, Utrecht et Gorkum se trouvent encore dans le rayon de dispersion du glacier scandinave quaternaire et on peut admettre qu'il a apporté ces cailloux, soit directement, soit indirectement par ses eaux de fonte. Ceci n'empêche pas que ces cailloux puissent être arrivés à un niveau plus bas par suite de l'érosion, et c'est aussi ce que nous avons supposé à Utrecht et Gorkum, puisqu'on n'y a point vu d'indication

certaine du Diluvium préglacial. Au-dessus de ces cailloux se trouvent de nouveau des sables renfermant sous Utrecht une faune marine, presque entièrement composée d'espèces vivantes, et sous Gorkum une faune terrestre et d'eau douce.

A Amersfoort, à Eembrugge près de Baarn, à Zwolle, à Deventer et à Zutfen nous avons des phénomènes analogues. La première ville est dans la situation la plus favorable, puisqu'elle est bâtie sur la limite de deux terrains, dont la constitution géologique est bien connue. La „Montagne" d'Amersfoort est composée d'un noyau de Diluvium rhénan formant des bancs redressés, érodés en partie et couverts d'un Diluvium glacial stratifié avec des vestiges d'un Diluvium glacial non-stratifié (*moraine inférieure*). Les deux derniers contiennent les cailloux et les erratiques scandinaves; le premier n'en renferme pas un seul. Or, lorsqu'un forage amène des cailloux de granit, etc. on peut dire avec certitude qu'on n'est pas encore dans le Diluvium préglacial, mais tout au plus dans le Diluvium glacial. Peut-être le premier s'est-il étendu jadis jusqu'à un niveau plus élevé, mais c'est une question qui ne peut pas être tranchée par un forage.

Les cailloux scandinaves amenés par les forages d'Amersfoort et dont quelques-uns sont distinctement polis et striés, se trouvent-ils à leur niveau original? Nous croyons pouvoir répondre affirmativement à cette question. Voici pourquoi! En décrivant la coupure de la station d'Amersfoort, nous avons fait une distinction entre la *moraine inférieure* véritable et la couche supérieure qui n'en est qu'une imitation, produite par le mouvement de descente du sol de la surface. Or, cette *moraine inférieure* véritable s'y trouve à un niveau peu élevé, égal à la surface de la Vallée gueldroise. D'ailleurs, partout où nous avons rencontré cette *moraine*, ce n'est nulle part sur les sommets des collines qui sont même en général dépourvus d'erratiques scandinaves, mais seulement dans les parties plates et horizontales des bruyères (Hilversum, Soest, Groenloo, Diepenheim, Rijssen, etc.). C'est seulement à Enschedee qu'elle se trouve dans un niveau plus élevé, sur le versant d'une colline étendue à pente très douce.

De même qu'à Amersfoort, nous avons trouvé plusieurs erratiques scandinaves le long de la route de Maarn, tandis qu'ils manquent sur les collines avoisinantes. Une partie du bord de la surface de la Vallée gueldroise est donc du Diluvium glacial, et on peut s'attendre à le voir se continuer sous le Diluvium sableux. Nous sommes aussi convaincu que la couche graveleuse à éléments scandinaves, rencontrée entre 82,5 et 87,5 m. de profondeur sous Deventer est également la *moraine inférieure*.

C'est le forage de Sneek en Frise qui nous a décidé à admettre la *moraine* in-situ à des niveaux plus ou moins bas. Il y a donc eu des différences de niveau très prononcées (de 100—150 mètres) sous le manteau de glace quaternaire et par conséquent immédiatement après sa retraite. Ces différences sont la caractéristique du „*Paysage morainique*" de Desor, qui possède en outre de nombreuses vallées en cul-de-sac non causées par l'érosion. Or, nous avons remarqué de ces vallées ou bassins entre Ootmarssum et Hardenberg, à Assel, près de l'observatoire de Soeren, et près de Steenwijk. Plusieurs de ces dépressions sont des étangs, comme le lac d'Uddel, etc.; d'autres sont remplies de tourbe, comme les petites tourbières circulaires à l'est de Frederiksoord. Les collines isolées de l'Overyssel, sur les sommets desquelles on ne voit tout au plus que des traces d'erratiques scandinaves, appartiennent au même *paysage morainique*. La plaine d'Otterloo-Kootwyk-Harskamp, qui fait partie de la Vallée gueldroise nous paraît être une dépression semblable, dont le niveau a été exhaussé plus tard par la déposition de sable fluviatile (ou marin), Zanddiluvium. Après le retrait du glacier scandinave, l'érosion s'est mise à l'oeuvre et a modifié notablement le *paysage morainique* en creusant des vallées continues (gueldroise, issulane), qui étaient partiellement préparées par l'érosion glaciale, et en rongeant les pentes des collines de ce paysage.

La Vallée gueldroise (s. a.) doit ainsi son origine aux deux causes sus-mentionnées. Nous ignorons complètement sa profondeur maximale, puisque, excepté à Amersfoort et à Eembrugge, on n'a rencontré nulle part de cailloux scandinaves; pas même par les forages les plus profonds de Voorthuizen (77 m.) et de Barneveld (45 m.).

Pourtant l'absence d'erratiques scandinaves ne peut jamais être invoquée comme *preuve* de l'épaisseur considérable du Zanddiluvium. Le Diluvium glacial stratifié n'est pas développé partout; il manque dans beaucoup d'endroits et alors la *moraine inférieure* repose directement sur le Diluvium préglacial. Or, cette moraine n'est nullement un pavé continu d'erratiques scandinaves; ceux-ci sont plutôt dispersés et accumulés très irrégulièrement, et parfois la moraine ne se compose que d'un sable à structure tordue. Le Diluvium glacial stratifié est souvent entièrement sableux, ainsi que le Diluvium préglacial, de sorte qu'il peut se faire que le tube perfore ces trois étages géologiques sans qu'on s'en aperçoive, ce qui est probablement arrivé à Amersfoort. Un des premiers forages, exécutés dans cette ville, fut celui de M. Croockewit, décrit en détail par M. Harting. A part des différences locales, la même succession de couches s'est présentée que dans les autres forages; une

épaisse couche d'argile repose sur un gros sable, qui renferme des coquilles. Sous ce sable on n'a point rencontré d'erratiques scandinaves, mais directement du sable fin jaune, ayant une épaisseur de 23,5 m. Si l'on ne connaissait pas la présence des erratiques dans les autres forages, on ne pourrait s'orienter sur le caractère de la formation dans laquelle on se trouve, puisque le Diluvium entremêlé se compose aussi en majeure partie de sable fluviatile. Qui nous dira si des cas semblables ne se sont pas présentés ailleurs, p. e. à Barneveld ou à Voorthuizen, où il y a des forages également assez profonds?

En outre le Diluvium sableux contient parfois des cailloux de quartz, etc. et il peut très bien en contenir de granit, etc. qui sont dérivés des collines environnantes. Ainsi, sous Purmerend on en a trouvé parmi les coquilles aux profondeurs de 25½, 26, 26½ et 28½ m. La présence de quelques petits cailloux de granit parmi des débris de coquilles Eemiennes à 40 m. de profondeur sous Alkmaar, n'est donc point une *preuve* de la présence de restes de la *moraine inférieure* à ce niveau. Elle pourrait la rendre probable, si elle était appuyée par d'autres détails que procurerait un forage plus profond.

Nous voyons donc que l'étude de ces forages présente beaucoup de difficultés, qui ne peuvent disparaître qu'en en comparant un plus grand nombre. Elles se présentent non seulement dans la Vallée gueldroise, mais aussi dans celle de l'IJssel. Le forage le plus instructif est certainement celui de Deventer. Là se trouve un assez grand nombre de cailloux de roches plutoniennes et de calcaire silurien à une profondeur de 82,5—90 m. (73,5—81 m. — A. P.) et pas un seul au-dessus de ce niveau. Le sable qui les contient est grossier et mêlé de grains de calcaire et de feldspath. C'est pour cette raison et à cause de la quantité relativement grande des cailloux précités que nous considérons ce sable graveleux comme la *moraine inférieure*, et par conséquent le sable et l'argile en-dessus comme constituant le Zanddiluvium. (Pag. 142). A Zutfen, des cailloux de granit ont été trouvés entre 10 et 16 m. (1—7 m. — A. P.) et entre 20 et 25 (11—16 m. — A. P.) m. de profondeur. Au premier niveau, ce n'est qu'un caillou roulé de granit rose de 1 c. m. de diamètre et au second, un autre semblable plus petit encore. Nous n'osons considérer ni l'un ni l'autre comme preuve de la *moraine inférieure*, mais seulement comme parasites — pour ainsi dire — du Diluvium sableux. Celui-ci aurait ainsi à Zutfen une épaisseur minimale de 110 m., égalant presque celle de Gorkum. Un forage plus profond, allant jusqu'à un terrain bien caractérisé aurait seul la chance de résoudre la difficulté.

A Zwolle, nous avons un cas plus ou moins analogue à celui de

Deventer. A 12—13 m. de profondeur (9,5—10,5 m. — A. P.) on a trouvé quelques cailloux de gneiss-amphibolique et de granit-amphibolique, et entre 23,5 et 24.5 m. (21—22 m. — A. P.) d'autres de granit gris-clair et de granit rouge et des fragments détachés de feldspath. Or, ces fragments n'étant pas arrondis, mais angulaires, la présence du Diluvium glacial à ce niveau est rendue probable. Le Diluvium sableux n'aurait ici qu'une épaisseur de 11,5 m., ou de 24 m., quand on considère les cailloux plutoniens supérieurs comme parasites.

A Kampen nous avons un cas semblable à celui de Zutfen et nous considérons ainsi tout le sable jusqu'à 32 m. comme faisant partie du Zanddiluvium, en nous appuyant aussi sur la couche de tourbe, située à 19 m. Il était en outre très probable qu'on rencontrerait à Zwolle le Diluvium entremêlé à une profondeur moins grande qu'à Deventer et à Zutfen. Celui-ci arrive à la surface près de Hattem et est ainsi bien moins éloigné de Zwolle qu'il ne l'est de Zutfen. Cette ville est à son tour plus rapprochée du D. e. visible (Loenen et Lochem) que ne l'est Deventer (Apeldoorn et Holten) et on s'attendrait à trouver les cailloux scandinaves à une profondeur moins grande sous la première ville que sous la seconde. Des irrégularités à cet égard sont cependant très probables et il faut avouer en outre que les échantillons des terrains perforés à Deventer et à Zwolle ont été recueillis et conservés avec beaucoup de soin, ce qui n'a pas été le cas à Zutfen. Les conclusions qu'on tire du forage de cette ville-ci seront naturellement toujours beaucoup moins certaines.

Nous avons dressé une figure, afin de rendre claires les relations qui existent entre le Diluvium graveleux et le sableux dans la Vallée isulane à Deventer. C'est une coupe transversale de cette vallée, allant des hauteurs de la Veluwe au „Haarlerberg" (Pl. VII, fig. 11). De même que pour nos coupes à travers de la Vallée gueldroise, nous sommes obligé d'exagérer l'échelle verticale (1 : 4000) en proportion de l'échelle horizontale (1 : 200000). Les chiffres indiquent dans cette figure les distances horizontales et verticales exprimées en mètres; la ligne horizontale est le niveau de la mer (A. P.); la ligne brisée supérieure, le niveau du sol. Elle commence sur la Veluwe à l'Observatoire (O. b.) d'Apeldoorn (colonne de triangulation du général Krayenhoff), situé à 107 m. + A. P. et se continue jusqu'à Dijkerhoek (D. h.) par Apeldoorn (éloigné de 7850 m. de l'Observatoire), par Teuge (Tg.), le Brink (Br.), l'IJssel (IJ.), Deventer (D.) et le moulin de Bathmen (Ba.). Le profil principal se continue dans la même direction (E. N. E.) à Pl'. (colonne miliaire 18 près de Holten), à Holten (H.) et à Pl." (colonne miliaire n°. 2 entre Holten et Rijssen). Un peu au nord de Holten, la colline atteint une hauteur plus consi-

dérable (68 m.) dans le „Holterberg", (H. B.) représentant le point ou se trouve le chiffre 68 de la carte topographique. Ce petit profil est ainsi orienté du S. O. au N. E

La surface du sol est du Diluvium entremêlé (E), de l'Observatoire jusqu'au delà d'Apeldoorn, de Pl′ à Pl″ ainsi que la surface du „Holterberg". Ce même gravier a été atteint par le forage de Deventer (pag. 142 et 145) à 75 m. — A. P.; nous avons relié ce point par une ligne pointillée aux endroits où il vient à la surface. Cette ligne n'est ainsi que la limite hypothétique des deux éléments de notre Quaternaire, qui peut nous donner une idée approximative de la relation qui existe entre l'ancienne Vallée issulane (Apeldoorn, 75 m. — A. P. sous Deventer, Pl″) et le lit actuel de la rivière, représenté par la petite ligne courbe au-dessous de IJ. Nous ne prétendons pas que toute cette vallée ait été excavée par l'eau courante; au contraire, nous sommes convaincu que la surface est en grande partie plus ancienne. L'eau courante l'aurait modifiée, d'abord en l'érodant en partie, ensuite en l'encombrant d'une épaisse masse de Diluvium sableux, dont la surface est à peu près horizontale, quoique plus basse au milieu. Or, c'est ce à quoi il faut s'attendre quand une rivière serpente dans une large plaine, changeant son lit à chaque occasion, mais quand, peut-être par une diminution du volume de l'eau, ce cours devient plus régulier, le champ des inondations se rétrécit de plus en plus et est limité aux parties les moins élevées.

Les coupures faites dans le Diluvium sableux sont extrêmement rares; nous n'en avons pu dessiner que deux qui nous paraissent démontrer son origine fluviatile. La première (pl. VII, fig. 8) a été faite près de l'écluse de Vaassen dans le canal d'Apeldoorn à Hattem en 1882. On y voit un sable fin quartzeux (1 et 2), contenant de rares cailloux dispersés et quelques amas de cailloux. Il ne montre une stratification irrégulière que dans la paroi méridionale du profil. Le chiffre 3 représente plusieurs couches d'un sable fin gris-clair, alternant avec d'autres du même sable coloré en noir par des matières tourbeuses. Le chiffre 4 est une tourbe très sableuse, 5, un sable fin bleuâtre. La partie 5 a été probablement le fond d'une eau stagnante sur laquelle une couche de tourbe s'est formée par la decomposition des plantes qui y croissaient. A plusieurs reprises ce fond fut exhaussé de quelques centimètres par une petite couche de sable pur apporté par une inondation. Finalement l'étang fut entièrement rempli de sable apporté en grande quantité, jusqu'à ce que l'Yssel se fut retiré vers des parties centrales plus basses de sa vallée.

L'autre coupure a été faite pour une écluse du nouveau canal d'Amsterdam à Vreeswijk, tout près d'Utrecht. C'est la figure 9, pl. VII: 1 y est l'argile fluviatile alluviale; 2, un sable fin, gris, stratifié horizontalement; 3, un sable graveleux et 4, un sable fin, gris-brunâtre, stratifié obliquement comme le précédent. Le sable en son entier est ostensiblement un dépôt fluviatile; aussi contenait-il une quantité de morceaux de bois et d'écorce, parmi lesquels plusieurs chatons de Betula alba, encore très bien reconnaissables. Après sa déposition, le sable a été de nouveau érodé par un petit bras du Rhin, qui a plus tard rempli son lit entier de l'argile fluviatile qu'on rencontre partout à l'ouest d'Utrecht. De même que cette petite vallée a été érodée et remplie ensuite par l'argile fluviatile, des vallées beaucoup plus grandes ont été excavées dans la Période quaternaire et remplies ensuite par le Diluvium sableux. Le premier phénomène n'étant qu'une reproduction du second sur une échelle diminuée, nous attachons à ce petit profil une grande importance.

Chapitre V. **La Littérature du Zanddiluvium et ses Rapports avec l'Alluvium.**

L'ouvrage fondemental qui traite de la géologie de la Néerlande: „De Bodem van Nederland", consacre un petit chapitre à cette formation géologique. Staring relève d'abord sa position plus basse en comparaison du Diluvium graveleux, puis sa superposition sur celui-ci, dont il remplit les intervalles et les creux. Il forme la surface de la plus grande partie de nos terrains quaternaires et en même temps la base de presque tous les dépôts alluviaux. Selon Staring, le sable est le même que celui du Diluvium graveleux, mais il en diffère en ce qu'il ne renferme que rarement quelques cailloux et très exceptionnellement quelques feuillets de mica. Des couches d'argile y sont très rares et se rencontrent le plus souvent près des frontières de la Belgique.

Staring a aussi observé çà et là dans le Zanddiluvium une superposition de couches horizontales, ce qui le distingue du Diluvium graveleux. Il en tire la conclusion que le premier doit son origine à un lavage des collines adjacentes par l'eau de pluie, lavage par lequel les matières grossières seraient restées en place, tandis que le sable fin se serait accumulé à leur base. Cela est surtout visible dans le territoire du

Diluvium scandinave, où il a moins d'épaisseur que plus au sud (ne surpassant pas d'ordinaire 1 à 2 m., pag 120 l.c.)

Cette épaisseur différente nous paraît un argument en faveur de l'hypothèse de son origine fluviatile, hypothèse qui s'accorde assez bien avec celle de Staring, dont elle n'est proprement qu'une extension. Au nord (comp. pl. 1), il n'y a que de petites rivières ou des ruissaux avec peu d'affluents, qui ne pouvaient ainsi que former de minces dépôts de sable. C'est ce que nous avons déjà remarqué en parlant des vallées parallèles du nord-ouest de la Drenthe et du sud de la Frise. Le sable du Z D. n'est donc pas venu de loin et a été extrait du Diluvium graveleux (stratifié ou non).

Dans les provinces moyennes des Pays-Bas au contraire, où le Z. D. atteint une épaisseur relativement énorme, dépassant parfois une centaine de mètres, il y a à côté des cours d'eau locaux (les ruisseaux de la Veluwe), qui sont comparables aux petites rivières de la Frise, de la Groningue et de la Drenthe, des cours d'eau généraux, des rivières comme le Rhin et la Meuse. Celles-ci, et surtout la première, ont aussi apporté leur tribut de sable qui devait dépasser de beaucoup la petite quantité enlevée aux collines environnantes. Si Staring avait connu cette épaisseur considérable, il aurait certainement modifié son hypothèse pour le territoire du Diluvium entremêlé.

La livraison du „Bodem van Nederland", qui traite du Diluvium parut en 1857; neuf ans plus tard, en 1866 (Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. van Wetensch. II Reeks, I Deel), Staring publia une note intitulée: „Opmerkingen over het Zanddiluvium van Noordduitschland, Nederland en België". Il y raconte d'abord l'histoire de ce terme scientifique, introduit en 1857, et qui lui parut aussitôt être parfaitement identique avec le Sable campinien de Dumont, et en explique ensuite la formation par un lavage des collines, dont le sable se serait déposé sur les terrains environnants. En 1861, le Zanddiluvium avait été attaqué par le Prof. Hunaeus de Hannovre, qui ne voulut pas le reconnaitre comme quaternaire, mais classifia ces dépôts parmi ses „*Anciennes Alluvions fluviatiles.*" Staring le défendit en faisant remarquer que les vastes plaines recouvertes par cette formation sont en général sans connexe avec d'anciens lits de rivières dont on ne rencontre qu'exceptionnellement les terrasses. Encore ces dernières n'auraient été produites que beaucoup plus tard et pourraient par conséquent être classifiées parmi les „Anciennes Alluvions".

Ensuite Omalius d'Halloy s'était prononcé en 1862 contre le terme de „Zanddiluvium", dont il voulait considérer une partie du moins comme pliocène, puisqu'elle recouvre directement cette formation à

Anvers. Staring fit remarquer avec raison que les fossiles du Crag y manquent absolument et qu'il n'y a par conséquent aucune raison de tenir ensemble les deux sables, quoique l'un repose en concordance sur l'autre. Cela arrive assez souvent avec deux formations géologiques qu'il est facile de tenir séparées.

D'ailleurs l'âge quaternaire du Diluvium sableux est suffisamment démontré par les ossements qu'il contient en différents endroits. Les uns sont roulés et isolés et n'ont pas de valeur stratigraphique; les autres sont intacts et forment des squelettes plus ou moins complets, démontrant ainsi que les animaux sont morts près de l'endroit où l'on trouve leurs débris. Ce sont: le Mammouth (Elephas primigenius), le Boeuf à longues cornes et l'Urus (Bos primigenius et B. priscus). Le premier, n'ayant pas survécu à l'Epoque quaternaire est un argument en faveur de l'âge quaternaire du Zanddiluvium.

Après la publication du „Bodem van Nederland", quelques autres auteurs se sont aussi occupés du Z. D. En première ligne nous avons Berendt & Meyn (Zeits. der Deutsch-geol. Gesells. 1874. Pag. 309). Ils identifient le Z. D. avec le „Sable des Bruyères" (*Haidesand*) de l'Allemagne, dont ils placent l'origine dans la première partie de la Période alluviale, tandis que Staring le considère comme appartenant encore à la Période diluviale. La différence n'est pas grande et disparaît peut-être entièrement quand on est d'accord sur la limite à tracer entre ces deux formations. Comme il nous semble que les conditions climatériques étaient encore différentes des conditions actuelles lors de la déposition de ces sables, nous avons préféré considérer le Z. D. comme quaternaire, quoique son passage aux Dépôts récents (p. e. sous Amsterdam) soit très graduel.

Les auteurs allemands se prononcent ensuite contre l'hypothèse de l'origine du Z. D., énoncée par Staring, parce qu'il y a souvent (selon eux) une différence ostensible entre le sable des deux étages du Quaternaire (le Z. D. et le G. D.). Ils ne paraissent pourtant pas avoir bien compris Staring, qui ne parle nulle part d'une mer qui aurait rongé les collines diluviales, mais seulement d'un lavage par l'eau de pluie. Leur opposition (pag. 311) serait ainsi dirigée plutôt contre l'hypothèse de M. Winkler, à laquelle nous allons passer.

Quelques années plus tard parurent les „Considérations géologiques sur l'Origine du Zanddiluvium, du Sable campinien et des Dunes maritimes des Pays-Bas" de M. Winkler dans les Archives du Musée Teyler, V. 1878. L'auteur propose de remplacer le terme „Zanddiluvium" par „Diluvium remanié" étant lui aussi de l'opinion que le sable en est

dérivé entièrement des autres parties de la Formation quaternaire. Nous ne saurions dire si cette nouvelle dénomination est meilleure que l'ancienne; l'une a rapport à un caractère pétrographique bien constaté, l'autre, à une hypothèse discutable. M. Winkler attribue la formation de son D. remanié à l'action de la mer qui, par ses ondes et ses mouvements de flux et de reflux, aurait enlevé le sable des côtes et des îles et l'aurait déposé dans les bas-fonds (l. c. pag. 26). Nous ne partageons nullement cette opinion, comme nous l'avons vu plus haut, non plus que Berendt & Meyn (l. c.) qui ont donné les motifs pour lesquels ils ont rejeté cette explication, attribuée à tort à Staring. Ils citent les arguments suivants, (l. c. pag. 311):

„Ces collines diluviales ne sont rongées que rarement par les vagues „d'une mer primitive, et le sable des bruyères n'est nullement toujours „identique avec le leur. Mais là où il est identique et où il n'y a pas „de difficulté à admettre que les particules d'argile et de glaise en sus-„pens ont été transportées jusqu'aux parties éloignées de la mer, *l'absence „d'un rempart sur la plage (Strandwall) composé de pierres grandes et „petites au pied des collines diluviales*, apprend que la démolition et le „lavage par les vagues n'a point eu lieu, comme sur nos côtes actuelles, „dans le temps de la formation de l'alluvion ancienne."

Un autre argument en faveur de l'origine non-marine de notre Diluvium sableux, c'est, selon nous, la couche d'argile dans le sous-sol de la Vallée gueldroise. Le niveau coquiller nous prouve que pendant un certain temps la mer a couvert cette vallée, et le seul dépôt marin qui y a été démontré avec certitude comme tel, c'est cette même couche d'argile, qui contient encore des coquilles et paraît avoir mis fin à la vie animale dans ce golfe. Au-dessus de cette argile on ne rencontre que des dépôts de sable, privés totalement de coquilles et renfermant des lentilles de glaise et de tourbe, preuves de la présence de l'eau douce.

La reste de la publication de M. Winkler est consacré aux dunes maritimes et aux bancs de sable de la Mer du Nord. L'auteur s'est donné pour tâche de prouver la continuité de notre Zanddiluvium avec le fond de la Mer du Nord, qui a produit les bancs de sable et les dunes. En acceptant cette continuité, il n'y a cependant pas la moindre raison de nommer ces dunes (marines autant qu'intérieures) „formations diluviales". L'époque de leur formation est connue; c'est notre période actuelle, car on les voit se former sous nos yeux. Elles appartiennent par conséquent aux Dépôts modernes et c'est méconnaître les premiers éléments de la géologie que de les ranger parmi les Dépôts diluviaux. On pourrait tout aussi bien classer le „Hondsrug" de Groningue dans

la Formation silurienne, puisqu'il contient beaucoup de calcaires de cette formation, ou bien le Till (argile de la moraine inférieure) de l'Angleterre orientale, dans la Formation crétacée, à cause de l'abondance des silex de cette formation. Ce seraient des hérésies scientifiques peu recommandables.

L'année suivante (1879) parut le „Diluvium et Campinien. Réponse à M. le Docteur Winkler par Ernest Van den Broeck et Paul Cogels." (Ann. Soc. Mal. Belg. XIV). Nous ne pouvons suivre les auteurs dans tous les détails de leur opuscule, qui ont en partie rapport à des questions en dehors du sujet que nous traitons. Partant des définitions moins exactes du Diluvium scandinavien et rhénan, données par M. Winkler, ils considèrent le premier comme plus ancien que le second, qui ne daterait que de la fin de la Période quaternaire, ce qui est juste le contraire de ce que nous avons trouvé. Ainsi que Staring et Winkler, ils considèrent le Diluvium entremêlé comme un „dépôt sans origine distincte et sans homogénéité, resultant du mélange et du remaniement des autres matériaux diluviens et n'ayant point d'histoire spéciale". Comme M. Winkler ne paraît pas avoir étudié sur place le Diluvium entremêlé, on comprend que nos deux auteurs belges se soient fait une idée aussi fausse de cette formation. Nous avons démontré au contraire que cette partie de notre territoire a très certainement une „origine distincte" et une „histoire spéciale", très compliquée même.

Plus loin les auteurs sus-nommés approuvent l'identification de M. Winkler du D. remanié (Zanddiluvium) avec le *Sable* campinien (identification proposée du reste déjà depuis longtemps par Staring), et admettent l'hypothèse de l'origine marine du Z. D., avancée par le premier. On a vu plus haut que nous ne sommes pas de cette opinion, mais que nous le considérons comme une formation fluviatile, recouverte en partie par la mer pendant une certaine période, redevenue fluviatile sur une certaine étendue et restée marine ailleurs. Quant au Limon hesbayen, formant en Belgique l'étage de la Formation quaternaire qui précède le Sable campinien, il est identifié par M. Winkler avec les lits de limon et d'argile qui paraissent constituer le sous-sol d'une grande partie du Brabant septentrional. M. M. V. d. B. et C. se réservent leur opinion à cet égard, jusqu'à ce que des recherches ultérieures aient fait connaître ces terrains plus exactement.

Le dernier ouvrage qui traite du Diluvium sableux est la thèse de M. J. Bosscha: „Beschouwingen over het Zanddiluvium in Nederland", Leide 1879. L'auteur a comparé une série de sables provenant en partie du Diluvium graveleux et en partie du Diluvium sableux. Tous deux

se composent presque exclusivement de grains de quartz; les paillettes de mica y sont extrêmement rares (pag. 12). Quant à l'origine du D. s., cet auteur ne partage pas non plus l'opinion de M. Winkler, puisqu'on rencontre parfois dans ce sable des ossements de mammifères dans leur position naturelle, ce qui serait incompréhensible s'ils avaient été déposés dans une mer agitée et peu profonde. En acceptant l'hypothèse de Staring — la formation du sable sur un sol à sec — ce phénomène ne présente plus de difficulté.

Nous pouvons suivre l'auteur dans plusieurs de ses conclusions, et souscrivons volontiers à ses deux premières thèses; mais nous ne pouvons pas admettre que les erratiques, aussi bien septentrionaux que méridionaux, aient eu une part notable dans la formation du Z. D. Un certain nombre de ces erratiques se sont désagrégés, il est vrai, et sont tombés en poussière, et les grains de quartz ont contribué à augmenter le sable meuble; mais ces erratiques décomposés que nous avons souvent vus nous-même sont beaucoup moins nombreux que ceux qui sont encore parfaitement intacts. En outre la masse de sable qui les renferme surpasse de beaucoup la masse de tous les erratiques. Nous ne pouvons donc regarder comme origine essentielle de cette partie du Diluvium sableux, qui est dérivée des collines environnantes, que le sable du Diluvium graveleux, tant scandinavien qu'entremêlé (rhénan ou moséan), sable formé longtemps avant la période du Z. D. et déposé en même temps que les cailloux et les erratiques du D. graveleux. Toutefois nous voulons modifier l'hypothèse de Staring en ce que nous considérons les masses de Z. D. très étendues, tant horizontalement que verticalement (p. e. celles de nos provinces moyennes et méridionales), comme apportées en majeure partie par les grandes rivières, le Rhin et la Meuse. Comme nous l'avons déjà dit ailleurs, la formation du Diluvium sableux ne serait selon nous qu'une répétition de celle du Diluvium graveleux (rhénan, moséan et entremêlé préglacial), mais sur une moindre échelle. Cette formation s'est répétée à son tour également sur une moindre échelle dans celle de l'Argile fluviatile qui se continue encore de nos jours.

En général ces deux éléments du Zanddiluvium ne se distinguent pas par leur nature. On peut cependant parfaitement les comparer aux deux divisions que Staring a introduites pour l'Argile Alluviale, savoir l'Argile de Rivière (*Rivierklei*) et l'Argile de Ruisseau (*Beekklei*). La première a été apportée par le Rhin et la Meuse, qui prennent leur origine dans des montagnes entièrement indépendantes du Diluvium; la seconde, par des ruisseaux et de petites rivières, comme le Vieux-IJssel, le Vecht, la Regge, etc. dont les sources se trouvent dans des terrains quaternaires.

La „*Rivierklei*" est ainsi un produit de décomposition de roches plus ou moins anciennes (p. e. Dévonniennes), la „*Beekklei*" n'est que l'argile diluviale remaniée, qui est en partie d'origine scandinave (*moraine inférieure*), en partie d'une origine semblable à celle du „*Rivierklei*", mais ayant été déposée la première fois dans une période géologique antérieure.

La petite carte qui accompagne notre traité (pl. I) suffira à illustrer notre manière de voir.

Pour plus de clarté nous n'avons distingué que trois étages:

1° Le Diluvium graveleux (Grintdiluvium), le plus ancien, est coloré en vert. Il comprend les sous-divisions suivantes: le Diluvium scandinave, représenté par la lettre S, se trouvant au nord de la rivière du Vecht et formant aussi une partie des îles d'Urk, de Wieringen et de Tessel; le Diluvium entremêlé, E, entre le Vecht et le Rhin; le Diluvium rhénan, R, entre la Meuse et le Rhin, et le Diluvium moséan, M, à l'ouest et au sud de la Meuse. De récentes observations nous ont prouvé que les deux derniers appartiennent partiellement au Diluvium entremêlé.

2° Le Diluvium sableux (Zanddiluvium), Z, représenté par une couleur jaune. On voit qu'il entoure les masses de Diluvium graveleux et remplit aussi des vallées d'érosions dans la Drenthe et la Frise, où sa partie moyenne est à son tour recouverte par des dépôts récents (tourbières basses et de marais). Ce phénomène est très ostensible surtout entre Meppel et Heereveen et à l'est de ces deux villes. La limite méridionale du D. sc. du nord est plus ou moins parallèle à la vallée étroite du Vecht couverte en partie par de l'Argile de ruisseau. La Vallée actuelle de l'IJssel, couverte par de l'Argile fluviatile est également apparente et on observe un certain parallélisme de cette vallée avec la limite orientale de la Veluwe. Cette limite est la rive gauche de la vallée quaternaire, encore assez intacte, tandis que la rive droite quaternaire, quoique assez bien reconnaissable encore, est démembrée par les confluents. Le même phénomène se présente pour le Rhin et la Meuse. La Vallée gueldroise a également ses deux rives de Diluvium entremêlé parfaitement reconnaissables; la gauche a été démembrée par l'érosion des confluents éteints de la rivière disparue, tandis que la droite ne l'a été que légèrement. Cette vallée contient un petit bout de vallée secondaire, celle de l'Eem, comparable à la Vallée issulane.

3° L'Alluvium, A, représenté par la couleur bleue. A côté des tourbières basses et de marais, il comprend les Argiles marine (*Zeeklei*), fluviatile

(*Rivierklei*) et de ruisseau (*Beekklei*), qui jouent vis à vis du Zanddiluvium, précisément le même rôle que celui-ci à l'égard du Grintdiluvium.

A: Z = Z: G. G = (S, E, R, M.).

Pour encombrer la carte aussi peu que possible, nous n'avons jamais indiqué les tourbières hautes, qui reposent presque toujours sur le Diluvium graveleux.

N'ayant pas eu le temps et les moyens de réviser la carte de Staring, nous en avons partout conservé les limites des formations, mais en ajoutant au Diluvium entremêlé le „Luttenberg", au sud-est de Zwolle. En général les masses indiquées du Diluvium graveleux ont plus d'étendue et il existe une série de petites masses omises dans la carte, comme nous l'avons relevé plusieurs fois dans le texte. Si ces corrections étaient introduites, elles rendraient notre explication du Zanddiluvium encore bien plus plausible.

Chapitre VI. **Comparaison des différents Forages de la Vallée gueldroise.**

Nous voulons d'abord comparer entre eux les forages de Baarn, où plusieurs ont été faits dans ces dernières années. Le village est bâti sur l'extrémité d'une colline, rapportée en son entier par Staring au Diluvium entremêlé qu'on devrait par conséquent trouver à la surface. Nous avons déjà vu que plusieurs fossiles sont venus de dessous ce village, de sorte que la carte géologique ne peut pas être correcte en ce point. Il y a encore autre chose. Il suit des renseignements que m'a donnés M. Koelewijn de Baarn, qui a foré ces puits, que quelques-uns, (celui de la Kerkstraat, non loin de l'église catholique, indiqué par le chiffre 1 de la petite carte (pl. VII, fig. 1), celui près de l'Hôtel Velaars (2) et celui d'Eembrugge près de l'Eem (3) ont produit de l'argile couvrant, comme d'ordinaire, la couche coquillère. Le forage d'une seconde catégorie de puits-Norton, a encore amené l'argile, mais sans coquilles. C'étaient celui de l'Oosterstraat (5), un peu au sud du centre du village, celui entre la Villa „Peking" et la barrière sur la chaussée de Baarn à Hilversum (6) et celui de la „Nieuwe Straat" dans la partie du village appelée „Nieuw-Baarn" (7). Enfin les forages de la troisième catégorie n'ont montré ni argile, ni coquilles; c'étaient ceux de la Villa „Favorite" (8), sur la vieille route d'Utrecht près de la station, et du Palais royal (9). Le puits 3 se trouve entièrement en dehors du village et peut rester hors de question; les puits 1 et 2 sont situés à l'extrémité

orientale, 5, 6 et 7 à peu près sur une même ligne plus à l'ouest et 8 et 9 encore plus à l'ouest. Or, il est clair que la première catégorie est au-dessus du lit de la Mer Eemienne. La seconde s'y trouve probablement aussi, mais avec cette différence que le niveau inférieur de l'argile était à sec pendant la période où la mer était habitée par la faune décrite ci-dessus et ne devint fond de mer que durant la déposition de cette argile. La troisième catégorie enfin (8 et 9) indique des points qui probablement n'ont pas fait partie de la mer, puisque l'argile même y manque. Les puits 1 et 2 représenteraient ainsi la côte, les puits 5, 6 et 7 la plage de la Mer Eemienne et les puits 8 et 9 la terre ferme. Les deux premières catégories *ne peuvent* donc *pas* se trouver dans le territoire du Diluvium entremêlé, mais dans celui du Diluvium sableux. C'est donc celui-ci que devrait indiquer la carte ou une formation plus récente encore, comme l'Argile marine d'Eembrugge. La troisième catégorie *peut* se trouver dans l'une ou l'autre des deux subdivisions du Quaternaire. A l'aide de M. Koelewijn, qui connaît à fond le sol de sa commune, j'ai tracé la limite entre le sable plus grossier et graveleux (D.e.) et le sable fin, non-graveleux (D.s.), qu'on voit représentée par la ligne pointillée „a a a" de la petite carte, tandis que la ligne brisée „b b b" indique la limite selon la carte de Staring. Les lignes semblables „c c c" aux deux côtés de la petite rivière de l'Eem séparent le D.s. de l'Argile marine qui couvre une partie de la vallée du même nom. L'un des puits-Norton de la troisième catégorie (9 près du Palais) se trouve ainsi dans le D. s., l'autre (8, Villa Favorite), dans le D. e. Le rivage de la Mer Eemienne suivra probablement une ligne parallèle en général à la limite des deux étages du Quaternaire, mais avec des déviations locales.

A Amersfoort, des observations semblables n'ont pas été faites, quoique le voisinage de la „Montagne d'Amersfoort" prouve que la plage Eemienne doit être tout près. En comparant les forages des six puits, on ne voit que peu de différence; les niveaux supérieur et inférieur de l'argile n'étant pas partout les mêmes, le fond de la mer était ondulé. Nous voulons relever aussi la présence d'une quantité assez notable de terre végétale au-dessous de 1,80 m. — A. P. dans le Lieve-Vrouwe-Kerkhof, preuve de l'existence d'une ancienne surface du sol, qui fut recouverte ensuite par le sable fluviatile. La présence de couches de tourbe à des profondeurs différentes, qui manquent dans d'autres puits (Slijkstraat, St. Jorisstraat et Bloemendaal), nous semble une preuve évidente de la présence d'eau douce. Comme ces dépôts ne correspondent qu'accidentellement et manquent souvent, ils ne constituent pas une couche continue, mais

plutôt des masses isolées, lentillaires. Ce phénomène s'explique de la manière la plus facile par la présence dans la vallée d'un bras du Rhin, obstruant de temps à autre ses propres ramifications qui se remplissaient ensuite d'une végétation. Plus tard, la tourbe ainsi formée fut de nouveau recouverte par du sable. Ces dépôts de tourbe se retrouvent sous beaucoup d'autres localités, de sorte que leur présence est plutôt une règle qu'une exception. On peut s'en convaincre en examinant le tableau des profils.

Ces différents forages sont représentés dans la figure 10, pl. VII. Nous n'avons naturellement pas pu rendre dans cette figure tous les détails et les légères différences observées dans la composition des sables des différentes couches. Nous nous sommes borné à en indiquer la plus ou moins grande grossièreté ou son mélange avec de petits cailloux.

Tous les forages y sont réduits à une même échelle (1 : 200) et au niveau de la mer, représenté par la ligne horizontale. Le chiffre 1 a rapport à du sable plus ou moins fin (1^d, 1^c, 1^b, 1^a), parfois mêlé de de cailloux (pointillé), le chiffre 2 accompagnant les petites lignes verticales, représente l'argile, le chiffre 3 à côté des lignes obliques se rapporte à des couches de tourbe, et le chiffre 4, au terrain remanié. Les petites lignes ondulées représentent le niveau coquiller. Le forage I a eu lieu à Voorthuizen, II à Barneveld, III—VI dans la commune de Wageningen, III dans la „Mennonietenbuurt", du côté de Veenendaal, V entre la ville et le Rhin, VI près de la ville et IV près de Grebbe de l'autre côté de la Vallée gueldroise, VII à Spakenburg, au nord d'Amersfoort, VIII à Dijkhuizen, à l'ouest de Spakenburg, IX près de Putten, à Vanenburg, X à Naarden, XI à Nykerk, XII à Hoogland près d'Amersfoort, XIII à Eemnes-Buiten près de la pompe à vapeur (Stoomgemaal), XIV—XVII à Baarn, XIV sur le „Brink" près de l'Hotel Velaars, XV à Nieuw-Baarn, XVI à la Villa Peking, XVII dans l'Oosterstraat, XVIII au village d'Eemnes-Buiten, XIX—XXIV à Amersfoort, XIX Brasserie près de la station, XX St. Jorisstraat, XXI Slijkstraat, XXII Hof, XXIII Bloemendaal, XXIV Lieve Vrouwe Kerkhof, XXV au pont du Chemin de fer de l'Etat sur le Ruisseau de Lunteren, au sud d'Amersfoort, XXVI sur la „Treek" près de Leusden, au sud d'Amersfoort, XXVII à Scherpenzeel, XXVIII au viaduc du Chemin de fer de l'Etat qui croise le Chemin de fer Rhénan, non loin du village de Veenendaal et XXIX à Ederveen, près de la station de Veenendaal.

Ces forages ont été réunis ensuite de différentes manières dans les figures 2 à 7, qui correspondent aux lignes brisées de la petite carte (pl. I) et portent les mêmes chiffres. L'échelle verticale est de 1 : 2000, l'horizontale, de 1 : 200000; la partie striée verticalement représente la couche

d'argile qui couvre partout le dépôt coquiller. Les chiffres dans les figures indiquent en mètres les hauteurs par rapport à A. P.

Fig. 2. Profil Spakenburg, Hoogland, Amersfoort, Luntersche Beek, Rijnspoor, Wageningen (Mennonietenbuurt). Direction générale du N. N. O. au S. S. E.

Fig. 3. Profil Putten (Vanenburg), Voorthuizen, Barneveld, Ederveen, Wageningen. Direction N—S.

Fig. 4. Profil Baarn, Nijkerk, Putten. Direction O—E.

Fig. 5. Profil Eemnes-Buiten, Stoomgemaal (pompe à vapeur près d'Eemnes), Dijkhuizen, Spakenburg, Putten. Direction O—E.

Fig. 6. Profil Amersfoort, Voorthuizen. Direction O. S. O—E. N. E.

Fig. 7. Profil Treek, Luntersche Beek, Scherpenzeel, Station Veenendaal (Ederveen). Direction N. O.—S. E.

La particularité la plus importante de ces coupes est le niveau inférieur de la couche d'argile marine, qui est en même temps le lit de la vallée d'érosion, envahie par la mer. Nous voyons aussitôt dans les profils dirigés du N. au S. (2, 3) que, comme partout dans les vallées fluviatiles, ce niveau s'élève graduellement à mesure qu'on s'éloigne de la mer (de 25 à 6 et de 26 à 10 m. — A. P.). En second lieu, en considérant les profils transversaux, on voit que ce même niveau est plus élevé aux bords de la vallée et plus profond vers le milieu, justement comme on pouvait s'y attendre. Dans la figure 5, ce niveau baisse rapidement d'Eemnes-Buiten à Dijkhuizen, où il est égal à celui de Putten (Vanenburg). A Spakenburg, le niveau est un peu plus élevé (25,3 m. — A. P. contre 26,2 et 26 m.), comme cela arrive souvent aux embouchures des rivières. La figure 7 montre la même particularité à une plus grande distance de la mer; Scherpenzeel et le pont du „Luntersche Beek" se trouvent au milieu de la Vallée, dont le lit est plus bas que vers les bords (Treek, Ederveen). Cependant il arrive souvent dans nos vallées que la plus grande profondeur n'est pas au milieu, mais vers l'une ou l'autre rive, parce que la rivière serpente continuellement. Nous voyons encore le même phénomène dans notre rivière fossile, qui a eu à peu près sa plus grande profondeur dans le voisinage de la rive orientale, à Vanenburg (Putten).

La couche d'Argile marine donne lieu également à quelques observations; elle s'amincit de l'embouchure en amont et de l'axe aux rives. On voit le premier surtout dans les figures 2, 3 et 7. A la station de Veenendaal (auberge „Klomp") l'argile a presque disparu; elle n'y a qu'une épaisseur d'un mètre. On devrait s'attendre à la trouver à un niveau de plus en plus élevé à mesure qu'on s'avance vers le sud;

c'est pour cette raison que nous avons introduit dans les figures 2 et 3 le forage de la „Mennonietenbuurt" à Wageningen, le seul où mention ait été faite d'une argile. Or, celle-ci se trouve à un niveau bien plus bas que celle de la station de Veenendaal (26,7 m. contre 10,3 m. ou 6 m. — A. P.), ce qui prouve amplement qu'elle n'a rien à faire avec l'argile marine du nord de la Vallée gueldroise. Aussi n'en est-il fait aucune mention dans les données des trois autres forages de Wageningen. Le sable graveleux, 1[a], y appartient probablement déjà au Diluvium rhénan. Dans le village de Veenendaal même, un forage a rapporté des cailloux de quartz blanc assez gros, qui appartiennent à cette partie de notre Diluvium, tandis que l'argile marine et la couche coquillère y manquent entièrement. Cette dernière a ainsi été constatée jusqu'au Chemin de fer Rhénan, mais pas encore au sud, de sorte qu'il faut considérer provisoirement ce chemin de fer comme la limite méridionale de la baie de la Mer du Nord, où se trouvait la faune du Système Eemien. Dans cette baie il s'est déposé de l'argile qui a éteint la vie animale. La couche d'argile était encore le plus épaisse là où l'eau était le plus profonde et le plus tranquille, c'est à dire à l'embouchure et vers le milieu de la baie. Son épaisseur varie considérablement, de 12 mètres à Spakenburg et 13 m. à Dijkhuizen (milieu et embouchure) à 4 m. à Amersfoort et Voorthuizen, qui se trouvent près des deux rives, et à 1 m. à la station de Veenendaal, qui est près du point le plus éloigné de l'embouchure. Près du Viaduc (R.s. fig. 2) cette épaisseur n'est même que de 6 d.m.

Après la déposition de l'argile marine, le bras du Rhin a de nouveau coulé dans la vallée et y a déposé une quantité énorme de sable. La présence de masses de tourbe, ainsi que le manque absolu de coquilles et même de calcaire prouvent suffisamment que ce sable ne peut pas avoir eu une origine marine. Cette rivière a érodé une partie de l'argile marine, comme on le voit dans la figure 5, où le niveau supérieur de l'argile est bien plus bas à St. (Stoomgemaal — pompe à vapeur) qu'à Eemnes-Buiten et Dijkhuizen.

Le sable quaternaire de la Vallée gueldroise ne contient pas de fossiles marins, il est vrai; cependant une trouvaille faite il y a une dizaine d'années peut contribuer à fixer la date de ce sable. En 1876 on trouva près de la ferme „Zwartebroek" à l'ouest du village de Voorthuizen, commune de Barneveld, une molaire de mammouth, qui est conservée dans le petit musée de la maison de ville. D'après M, Harting, elle aurait appartenu à un animal adulte. Nous n'avons pas été dans l'occasion de l'examiner minitieusement et ne pouvons pas donner plus de

détails, sauf qu'elle n'est nullement roulée. Elle a été trouvée à une profondeur de $1\frac{1}{4}$ m. L'Elephas primigenius n'ayant pas survécu à la Période quaternaire, nous estimons cette molaire d'une haute importance pour fixer l'âge géologique de la Vallée gueldroise.

Arrivé à la fin de ce travail, j'éprouve le besoin de remercier chaleureusement tous ceux qui ont bien voulu faciliter mes recherches, soit en m'envoyant des matériaux pour les examiner, soit en me donnant les renseignements nécessaires. Le nombre des maires et secrétaires de communes ainsi que des particuliers à qui je dois de la reconnaissance est trop grand pour que je puisse la leur témoigner séparément dans le texte de ce travail. Sans leur précieux secours, il m'eût été impossible de l'accomplir.

Qu'il me soit permis de leur adresser l'hommage public de ma profonde gratitude, ainsi qu'aux Directeurs de la Fondation Teyler, qui ont si généreusement contribué à la publication de mon travail.

Je les prie d'accepter ici mes sincères remerciments!

551.79
L872

Stockton, Calif.

BRANNER
GEOL. LIB.

551.79 .L872 C.1
Contribution a la geologie des
Stanford University Libraries
3 6105 032 228 186

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.